

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CLÁUDIA SALIM LOZANO

Melão rendilhado fertirrigado por sistema de gotejamento e
doses de silício em ambiente protegido

Maringá
2017

CLÁUDIA SALIM LOZANO

Melão rendilhado fertirrigado por sistema de gotejamento e doses de silício em ambiente protegido

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Roberto Rezende

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas.

Maringá

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

L925m Lozano, Cláudia Salim
Melão rendilhado fertirrigado por sistema de gotejamento e doses de silício em ambiente protegido / Cláudia Salim Lozano. -- Maringá, 2017.
66 f. : il. col., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Rezende.
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2017.

1. Melão rendilhado (*Cucumis melo* L.). 2. Coeficiente da cultura. 3. Evapotranspiração. 4. Irrigação. 5. Fertirrigação. 6. Melão rendilhado (*Cucumis melo* L.)- Produção. I. Rezende, Roberto, orient. II. Freitas, Paulo Sérgio Lourenço de. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD 21.ed. 635.63

ECSL

FOLHA DE APROVAÇÃO

CLÁUDIA SALIM LOZANO

Melão rendilhado fertirrigado por sistema de gotejamento e doses de silício em ambiente protegido

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Roberto Rezende
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Elcio Silvério Klosowski
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 13 de fevereiro de 2017.

Local da defesa: Anfiteatro I, Bloco J45, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

DEDICATÓRIA

A Deus, aos meus amados pais, Cláudio e Suelena, à meu irmão Wesley e à minha avó Neide.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Pai e Criador, pelo dom da vida, saúde e força para lutar pelos meus sonhos.

Aos meus familiares que sempre estiveram do meu lado, apoiando-me e encorajando nas minhas decisões.

Ao meu orientador, professor Dr. Roberto Rezende, por todos os ensinamentos transmitidos, paciência, conselhos e amizade.

Ao meu co-orientador, professor Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas pelos ensinamentos e dúvidas solucionadas na execução deste trabalho.

À professora Dra. Paula Toshimi Matumoto-Pintro por permitir a utilização do laboratório para realização das análises de pós-colheita.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), ao Programa de Pós- Graduação em Agronomia (PGA) e ao Centro Técnico de Irrigação (CTI), pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À Agrobiológica soluções naturais, Atibaia - SP pela doação do produto Agrisil.

A todos os meus amigos do CTI, Álvaro, André, Cássio, Daniele, Fernando, Jhonatan, João, Juliana, Marcelo, Maller, Pedro, Renata e Takashi.

A meu grande amigo Tiago Luan Hachmann, por todo companheirismo, paciência, apoio, compartilhamento de conhecimento durante todo o curso de mestrado.

À minha grande amiga Liliane Scabora Miotto, pelo companheirismo, por dividir comigo momentos de alegria e tristeza.

A meu namorado, amigo e companheiro Michel Romagnolo Menezes, pela compreensão, ajuda e paciência durante a realização deste trabalho.

A todos os professores e funcionários do CTI e PGA que contribuíram para minha formação.

À Érika Cristina Takamizawa Sato, Secretária do PGA, pela amizade e disposição para ajudar ao longo do curso.

EPÍGRAFE

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

BIOGRAFIA

CLÁUDIA SALIM LOZANO, filha de Cláudio João Lozano e Suelena Zulmira Salim Lozano, nascida em Cidade Gaúcha, Estado do Paraná, no dia 13 de fevereiro de 1993.

Em 2010 iniciou a graduação no curso de Engenharia Agrícola, pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), *campus* do Arenito de Cidade Gaúcha, Estado do Paraná.

Em 2015 ingressou no curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal com ênfase em Engenharia de Água e Solo na Universidade Estadual de Maringá, sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Rezende.

Melão rendilhado fertirrigado por sistema de gotejamento e doses de silício em ambiente protegido

RESUMO GERAL

Este trabalho foi conduzido no período de 12 de novembro de 2015 a 19 de fevereiro de 2016, em ambiente protegido no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente ao Departamento de Agronomia (DAG) da Universidade Estadual de Maringá - UEM. O objetivo foi quantificar o consumo de água, os coeficientes da cultura e também avaliar os efeitos de três lâminas de água e de cinco doses de silício, aplicados via fertirrigação por gotejamento ao longo do desenvolvimento da cultura do meloeiro, híbrido *Sunrise*. O primeiro experimento não se enquadra a nenhum delineamento estatístico, pois não foram testados tratamentos, e sim, realizado leituras diretas de evapotranspiração da cultura (ETc) por meio de lisímetro de lençol freático constante. Foram calculados a evapotranspiração de referência (ETo) pelo método de Penman- Monteih (FAO) e os valores médios de coeficiente da cultura (Kc). No segundo experimento, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 5 x 3, resultando em 15 tratamentos, com quatro repetições. O primeiro fator consistiu de cinco doses de silício (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e o segundo fator de três lâminas de água (40, 70 e 100% da ETc). Foram avaliados a massa média dos frutos, diâmetro transversal e longitudinal do fruto, diâmetro transversal e longitudinal do lóculo, índice de formato do fruto, índice de formato do lóculo, espessura da polpa e a produtividade. Também foram avaliados alguns parâmetros químicos, como pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e a relação sólidos solúveis e acidez titulável (“ratio”). O consumo total de água da cultura do melão foi de 295 mm. Os valores recomendados de Kc do melão rendilhado cultivado em ambiente protegido no município de Maringá - PR, são de 0,87; 1,15; 0,64 para o estágio inicial, intermediário e final, respectivamente. As lâminas de água e as doses de silício aplicadas não influenciaram os valores de massa média de frutos, diâmetro transversal e longitudinal do fruto, diâmetro transversal e longitudinal do lóculo, índice formato do fruto, índice de formato do lóculo, espessura da polpa e produtividade. A lâmina de água referente a 100% da evapotranspiração da cultura do melão promoveu maiores valores de sólidos solúveis e ratio.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Coeficiente da cultura. Evapotranspiração. Irrigação. Produção.

Netmelon fertigated by drip system and doses of silicon in greenhouse

GENERAL ABSTRACT

This work was conducted from November 12, 2015 to February 19, 2016, in a protected environment at the Technical Center of Irrigation (CTI), belonging to the Department of Agronomy (DAG) of the State University of Maringá - UEM. The objective was to quantify the water consumption, the crop coefficients and also to evaluate the effects of three slides of water and five doses of silicon, applied by drip fertigation during the development of the net melon plant, Sunrise hybrid. The first experiment did not fit any statistical design, because no treatments were tested, only direct reads of crop evapotranspiration (ETc) were carried out by means of a constant water table lysimeter. The reference evapotranspiration (ETo) was calculated by the Penman-Monteih-FAO method and the mean values of the crop coefficient (Kc). In the second experiment the experimental design was in randomized blocks (DBC) in a 5 x 3 factorial scheme, resulting in 15 treatments, with four replications. The first factor consisted of five doses of silicon (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹) and the second factor of three water slides (40, 70 and 100% ETc). The mean fruit mass, transverse and longitudinal diameter of the fruit, transverse and longitudinal diameter of the locule, fruit shape index, locule index, pulp thickness and productivity were evaluated. Some chemical parameters, such as pH, soluble solids content, titratable acidity and soluble solubility ratio and titratable acidity ("ratio") were also evaluated. The total water consumption of the melon crop was 295 mm. The recommended Kc values of the melon cultivated in protected environment in the municipality of Maringá - PR, are 0,87; 1.15; 0.64 for the initial, intermediate and final stages, respectively. The water slides and the applied silicon doses did not influence the values of mean fruit mass, transverse and longitudinal diameter of the fruit, transverse and longitudinal diameter of the locule, fruit shape index, locule index, pulp thickness and productivity . The water depth of 100% of the evapotranspiration of the melon crop promoted higher values of soluble solids and ratio.

Keywords: *Cucumis melo* L. Coefficient of culture. Evapotranspiration. Irrigation. Production

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Análise química do solo..... | 19 |
| Tabela 2 Duração dos estágios fenológicos do melão rendilhado (em dias), Maringá - PR. | 32 |
| Tabela 3 Coeficientes da cultura (Kc) do melão rendilhado cultivado em ambiente protegido, Maringá - PR..... | 33 |

CAPÍTULO 2

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabela 1 | Análise química do solo..... | 42 |
| Tabela 2 | Resumo da análise de variância para os resultados de massa média de frutos (MMF), diâmetro transversal do fruto (DTF) diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do lóculo (DTL), diâmetro longitudinal do lóculo (DLL), espessura da polpa (EP), índice de formato do fruto (IFF), índice formato do lóculo (IFL) e produtividade (PROD). | 48 |
| Tabela 3 | Resumo da análise de variância para os resultados de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e índice de maturação (ratio), Maringá - PR..... | 51 |
| Tabela 4 | Sólidos Solúveis (SS) em função das lâminas de água, Maringá - PR..... | 51 |
| Tabela 5 | Análise de variância do desdobramento lâmina em cada dose referente ao teor de sólidos solúveis, Maringá - PR. | 52 |
| Tabela 6 | Análise de variância do desdobramento lâmina em cada dose referente à acidez titulável, Maringá - PR..... | 53 |
| Tabela 7 | Análise de variância do desdobramento dose em cada lâmina referente à acidez titulável, Maringá - PR..... | 53 |
| Tabela 8 | Índice de maturação (ratio) em função das lâminas de água, Maringá - PR. | 55 |
| Tabela 9 | Análise de variância do desdobramento lâmina em cada dose referente à ratio, Maringá - PR..... | 56 |
| Tabela 10 | Análise de variância do desdobramento dose em cada lâmina referente à ratio, Maringá - PR..... | 56 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

| | |
|--|----|
| Figura 1 Lisímetro de lençol freático constante instalado na área experimental..... | 21 |
| Figura 2 Evapotranspiração da cultura (ETc) do melão rendilhado em ambiente protegido, durante o período experimental, Maringá - PR..... | 27 |
| Figura 3 Temperatura do ar durante o período experimental, Maringá - PR. | 28 |
| Figura 4 Umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido durante o período experimental, Maringá - PR. | 29 |
| Figura 5 Variação da evapotranspiração da cultura e da radiação solar global durante o período experimental, Maringá - PR..... | 30 |
| Figura 6 Valores diários de evapotranspiração de referência (ETo) e evapotranspiração da cultura (ETc) do melão rendilhado durante seu ciclo cultivado em ambiente protegido, Maringá - PR. | 31 |

CAPÍTULO 2

| | |
|--|----|
| Figura 1 Sistema de microirrigação por gotejamento instalado na área experimental..... | 44 |
| Figura 2 Sistema portátil pressurizado utilizado para a fertirrigação | 45 |
| Figura 3 Temperatura média, mínima e máxima do ar e umidade relativa média do ar durante o período experimental, Maringá - PR..... | 47 |
| Figura 4 Acidez titulável dos frutos do melão em função de doses de silício para a lâmina referente a 40% da ETc, Maringá - PR. | 54 |
| Figura 5 Índice de maturação (ratio) dos frutos do melão em função de doses de silício para a lâmina referente a 100% da ETc, Maringá - PR. | 57 |
| Figura 6 Índice de maturação (ratio) dos frutos do melão em função de doses de silício para a lâmina referente a 40% da ETc, Maringá - PR | 57 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA GERAL | 3 |
| 2.1 Aspectos gerais sobre a cultura | 3 |
| 2.2 Cultivo protegido | 5 |
| 2.3 Irrigação | 6 |
| 2.4 Fertirrigação | 8 |
| 2.5 Lisímetria | 8 |
| 2.6 Coeficiente da cultura | 10 |
| 2.7 Silício | 11 |
| CAPÍTULO 1 - Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente da cultura do meloeiro em ambiente protegido | |
| 1.1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.2 MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 1.3.1 Lâminas de água | 26 |
| 1.3.2 Fatores climáticos | 28 |
| 1.3.3 Evapotranspiração de referência (ET _o) e evapotranspiração da cultura (ET _c) | 30 |
| 1.3.4 Duração dos estádios fenológicos da cultura do melão rendilhado | 32 |
| 1.3.5 Coeficiente da cultura | 33 |
| 1.4 CONCLUSÕES | 36 |
| CAPÍTULO 2 - Produtividade e qualidade do meloeiro fertirrigado por gotejamento em ambiente protegido, com diferentes lâminas de água e doses de silício | |
| 2.1 INTRODUÇÃO | 40 |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODOS | 42 |
| 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 47 |
| 2.3.1 Condições ambientais | 47 |
| 2.3.2 Parâmetros físicos | 47 |
| 2.3.3 Parâmetros qualitativos | 50 |
| 2.4 CONCLUSÕES | 59 |
| 3 . REFERÊNCIAS | 60 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

O meloeiro é uma planta herbácea pertencente à família das cucurbitáceas, assim como a melancia, o pepino, a abóbora, a lufa e o chuchu. A cultura é rentável e de rápido retorno econômico, por isso em regiões onde o clima não favorece seu cultivo, há necessidade de desenvolver técnicas para sua exploração.

O ambiente protegido surge como uma excelente alternativa, que permite o alcance de altas produtividades, frutos padronizados e de boa qualidade em pequenas áreas de cultivo. Devido ao elevado custo das estruturas, é necessário realizar o tutoramento das plantas na vertical visando à otimização da produção na área.

O cultivo de melão sob condições protegidas nas regiões sul e sudeste brasileiras vem se intensificando, dada à possibilidade de elevar a produtividade e produzir na entressafra dos estados produtores da região nordeste.

Os melões do tipo amarelo são produzidos em maior volume quando comparados ao tipo rendilhado. Porém, nas últimas décadas verificou-se aumento significativo na produção de melões rendilhados, pois possuem maior valor agregado, tanto pelo sabor quanto pelo aspecto visual.

A aplicação de água e nutrientes na cultura do melão pode ser considerada um dos tratamentos culturais de maior importância. E a fertirrigação é uma técnica que vem crescendo e despertando cada vez mais o interesse de produtores agrícolas, devido às diversas vantagens, como economia de mão de obra, precisão na aplicação, parcelamento dos nutrientes de acordo com as exigências em cada fase fenológica da cultura e a disponibilização de nutrientes e água no volume de solo explorado pelo sistema radicular.

A fertirrigação pode proporcionar à elevação da produtividade e qualidade dos frutos de melão em ambiente protegido. Porém, é comum observar o manejo de irrigação e fertirrigação inadequado, o que leva a aplicações com falta ou excesso de água e nutrientes, resultando em prejuízos ao produtor.

A contribuição de práticas adequadas para o manejo é capaz de otimizar a utilização da água e fertilizantes, além de contribuir para a preservação dos recursos hídricos e do solo.

Um elemento que vem sendo explorado e utilizado na fertirrigação de muitas culturas atualmente é o silício, pois é considerado um nutriente benéfico. Pesquisas indicam que a aplicação de silício tem contribuído para a melhoria da estrutura das plantas, maior resistência ao ataque de pragas e doenças, redução da transpiração, aumento da taxa

fotossintética e conseqüentemente aumento da produção, porém pouco se sabe sobre seus efeitos em relação à cultura do melão.

O cultivo do melão rendilhado em ambiente protegido é recente no Brasil, necessitando de pesquisas referentes ao seu manejo, principalmente no que se referem à fertirrigação, consumo de água e coeficiente da cultura para uma correta estimativa.

Diante do exposto, teve-se por objetivo no presente trabalho quantificar o consumo de água, os coeficientes da cultura do melão e avaliar os efeitos de três lâminas de água e de cinco doses de silício, aplicados via fertirrigação por gotejamento ao longo do desenvolvimento do meloeiro, híbrido *Sunrise*, cultivado em ambiente protegido.

2 REVISÃO DE LITERATURA GERAL

2.1 Aspectos gerais sobre a cultura

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça do tipo fruto pertencente à família das cucurbitáceas. Seu cultivo foi introduzido no Brasil por volta da década de 60, sendo que os principais estados produtores na época eram Rio Grande do Sul e São Paulo. Porém, devido aos fatores climáticos favoráveis o seu cultivo começou a transferir-se na década de 80, crescendo vigorosamente na região nordeste do país, destacando-se os estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia (TEMÓTEO, 2006).

A espécie produz uma planta trepadeira ou rasteira, provida de gavinhas, com ramos laterais, podendo atingir até 3 m de comprimento, apresenta sistema radicular profundo, destacando-se a raiz pivotante. As flores masculinas desenvolvem-se na rama principal e as femininas surgem nas ramas laterais, exigindo polinização para que a produção de frutos ocorra (FILGUEIRA, 2012).

O meloeiro pode ser dividido em dois grandes grupos, *Cucumis melo inodorus* Naud. e *Cucumis melo cantaloupensis* Naud. que correspondem, respectivamente, aos melões inodoros e aromáticos. O grupo dos melões inodoros apresenta casca lisa ou levemente enrugada, coloração variando de amarela, branca ou verde-escura. A polpa apresenta elevado teor de açúcar com coloração variando entre branca a verde-clara. Possui ótima conservação pós-colheita e são resistentes ao manuseio e transporte. O grupo dos melões aromáticos apresenta superfície reticulada, verrugosa ou escamosa, podendo apresentar gomos. A coloração do fruto é amarela a esverdeada e a polpa varia de verde a salmão. Geralmente, são mais doces que os inodoros, porém, possuem baixa resistência ao manuseio, transporte e vida pós-colheita (MENEZES et al., 2000).

Os melões do tipo amarelo, pertencentes ao grupo botânico *inodorus* são os mais cultivados no Brasil, aproximadamente 70%, porém nas últimas décadas, verificou-se um aumento na produção de melões rendilhados pertencentes ao grupo botânico *cantaloupensis* nas áreas tradicionalmente produtoras de melões no nordeste e em ambiente protegido nas regiões sul e sudeste do país. Isso se deve à possibilidade de haver em pequenas áreas maior lucratividade, em algumas épocas do ano, quando a cultura do melão rendilhado é utilizada como rotação em ambiente protegido e, principalmente, devido à possibilidade de exportação, pois o mercado europeu tem mostrado boa aceitação (RIZZO & BRAZ, 2004).

No Brasil, o primeiro registro de cultivo deste grupo de melões com finalidade comercial foi dado pela Cooperativa Agrícola de Cotia, em 1986, com sementes que eram importadas do Japão. Desde então sua produção tem aumentado a cada ano, já que o consumo do melão rendilhado está relacionado ao teor de sólidos solúveis que é responsável pelo sabor, e ao aspecto visual, que o diferencia dos outros tipos de melões existentes no mercado (GUALBERTO et al., 2001).

A qualidade nutricional contribuí positivamente para o consumo do melão, pois é considerado pouco calórico, além de ser boa fonte de sódio, potássio, vitamina C e beta-caroteno (LESTER, 1997).

A cultura do melão possui ciclo vegetativo curto, quando favorecido pelos seguintes fatores: alta luminosidade, elevadas temperaturas, condições de irrigação adequadas, baixa umidade relativa e não ocorrência de geadas. No entanto, para o melhor controle das condições climáticas, o indicado é o cultivo em ambiente protegido (BRANDÃO FILHO & VASCONCELLOS, 1998).

Os melões do grupo *Cantaloupensis* apresentam maior sensibilidade em relação às condições ambientais, exigindo maior cuidado no cultivo e a utilização de técnicas mais apuradas (PÁDUA, 2001). A temperatura constitui um fator de influência direta no teor de açúcar, no sabor, no aroma e na consistência dos frutos, características que são decisivas no momento de se comercializar. Temperaturas abaixo de 13° C reduzem o crescimento da planta, enquanto temperaturas entre 20° C e 30° C, são favoráveis à produtividade e desenvolvimento da cultura. A umidade relativa do ar considerada ideal durante a fase de crescimento vegetativo do meloeiro é de 65 a 75%. Valores acima desta faixa favorecem a disseminação de patógenos causadores de doenças, conseqüentemente formação de frutos de má qualidade (SILVA, 2000; BRANDÃO FILHO & CALLEGARI, 1999).

O melão é uma das culturas oleráceas mais intolerantes à acidez do solo, sendo a faixa mais favorável a de pH 5,8 a 7,2. Quando se realiza a calagem, deve elevar a saturação por bases para 80% e procurar atingir o pH de 6,5 (FILGUEIRA, 2012).

O mercado exige que os frutos sejam de boa qualidade, apresentando teor de sólidos solúveis acima de 9° Brix e que tenham firmeza de polpa para suportar o manuseio e o transporte (MENEZES et al., 2000).

O fruto do meloeiro é consumido in natura, podendo fazer parte de saladas e também na forma de suco. Apresenta propriedades medicinais, sendo considerado calmante,

refrescante, alcalinizante, mineralizante, oxidante, diurético, laxante e emoliente (RESENDE & COSTA, 2010).

2.2 Cultivo protegido

O cultivo sob ambiente protegido surgiu no norte da Europa, como opção para o cultivo de plantas tropicais, passando a ser utilizado na produção comercial de diversas espécies limitadas pelo frio. Consistiam em estruturas feitas por vidro que criavam o efeito estufa e permitiam calor suficiente para se cultivar plantas exigentes em temperaturas mais elevadas (MARTINS, 2012).

No Brasil, a tecnologia do cultivo de hortaliças em ambiente protegido foi introduzida na década de 70, mas ganhou impulso somente a partir de meados da década de 80 até o início dos anos 90 (VECCHIA & KOCH, 1999). Desde o início as hortaliças mais cultivadas eram o pimentão, a alface, o tomate e o pepino. Entretanto outras culturas foram ganhando destaque, e atualmente existe uma gama de culturas produzidas em ambiente protegido, destacando-se o melão (BRANDÃO FILHO, 2001).

Nas regiões mais quentes e úmidas, a agricultura protegida é realizada por outras razões, que simplesmente a proteção contra o frio como o caso da Europa. Nesses casos, o objetivo é proteger as culturas da chuva, do vento, da luminosidade excessiva, além de contribuir no controle de pragas (GUEDES, 2015).

O cultivo em ambiente protegido tornou-se um sistema de produção muito difundido na agricultura devido principalmente ao fato da demanda crescente por produtos *in natura* e de boa qualidade ofertados o ano todo (MAGGI et al., 2006).

A utilização de ambiente protegido para o cultivo de hortaliças e flores tem apresentado algumas vantagens como o aumento de produtividade; melhor qualidade dos frutos; diminuição da sazonalidade da oferta; melhor aproveitamento dos fatores de produção, principalmente adubos, defensivos e água; e controle parcial dos fatores climáticos (MARTINS, 2012).

O manejo do solo é um fator de suma importância quando se trata de ambiente protegido, pois vários cultivos, mal instalados e manejados no decorrer do tempo acabam agravando problemas relacionados à salinidade e nematoides. Tornando-se imprescindível o acompanhamento regular da fertilidade do solo, mantendo-se o fornecimento de nutrientes de forma suficiente e equilibrada, sem déficits ou excessos. Em ambientes protegidos, como não

há efeitos da lixiviação provocada pelas chuvas, a irrigação localizada é a melhor opção para o fornecimento de água e a fertirrigação é uma excelente tecnologia, podendo ser associada a ambiente protegido com sucesso (MARTINS, 2012).

A evapotranspiração no cultivo em ambiente protegido geralmente é menor quando comparada ao cultivo a céu aberto, em geral, em torno de 60-80% da evapotranspiração verificada externamente. Este fato ocorre devido à parcial opacidade da cobertura plástica e a redução da ação dos ventos, que são os principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera. Embora a temperatura e a umidade relativa do ar, em alguns momentos, possam atingir valores maiores no interior do ambiente protegido, com estreita dependência com as condições meteorológicas (SOARES, 2001).

Vásquez et al. (2005), ao avaliarem os efeitos do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas, concluíram que a radiação solar global e a umidade relativa no ambiente protegido foram, em média, inferiores as condições externas, enquanto a temperatura apresentou-se superior.

Apesar da grande expansão desta técnica de cultivo no Brasil, quando se trata de informações técnicas sobre o desempenho das plantas em ambiente protegido há uma deficiência, necessitando de mais pesquisas que possam dar suporte às recomendações e contribuir para expansão e tecnificação dessa atividade (VIDA et al., 2004).

2.3 Irrigação

A irrigação pode ser considerada uma técnica indispensável para a cultura do melão, uma vez que, pelas condições climáticas das regiões sul e sudeste do país, o cultivo de algumas espécies é realizado em sua maioria sob ambiente protegido (SOARES, 2001). Como não há entrada de água neste tipo de cultivo através de chuvas, se faz necessária a utilização da irrigação com aplicação de água na quantidade adequada para o perfeito desenvolvimento das plantas.

A utilização da irrigação apresenta algumas limitações, sendo uma delas a seleção do método apropriado para determinada cultura (ANDRADE JUNIOR & KLAR, 1997). Para a cultura do melão não é comum à recomendação da irrigação por aspersão, pois favorece a incidência de doenças foliares, conseqüentemente afeta a qualidade dos frutos e acarreta queda da produção. O método de irrigação mais utilizado para essa cultura é o por gotejamento, devido ao fato de apresentar redução da incidência de doenças foliares e de

plantas invasoras, economia de água por reduzir as perdas por evaporação, adaptação a diferentes tipos de solo, além de proporcionar também economia de mão de obra (BRAGA SOBRINHO et al., 2008).

As principais desvantagens da irrigação por gotejamento são o custo inicial de implantação e os problemas de entupimentos dos emissores. Embora o custo inicial da instalação de um sistema de irrigação por gotejamento seja elevado, o método tem apresentado suas vantagens, tornando-se o de melhor relação custo benefício para a cultura do meloeiro (BRAGA SOBRINHO et al., 2008).

O manejo de água para a cultura do melão é, sem dúvida, um dos aspectos que exigem maiores cuidados, pois na fase de germinação e emergência, a cultura requer umidade moderada no solo. Durante o crescimento dos três ramos primários, na floração e no início da frutificação recomendam-se irrigações mais frequentes, sendo a fase de maior exigência hídrica. Posteriormente, durante o desenvolvimento dos frutos e a fase de maturação é recomendado diminuir gradativamente a lâmina de água aplicada, pois água em excesso pode exercer influência negativa na qualidade dos frutos, afetando o sabor e a capacidade de conservação pós-colheita (FILGUEIRA, 2012).

No sistema de irrigação por gotejamento é comum à utilização de uma linha lateral com gotejadores por fileira de planta. Em solos argilosos é usual afastar a linha lateral 15-25 cm da linha de plantio, após o estabelecimento da cultura, para diminuir problemas relacionados ao excesso de umidade no solo, como por exemplo, podridão no caule. O espaçamento entre os gotejadores deve permitir a formação de uma faixa molhada contínua, variando de 20 a 30 cm para solos arenosos e 40 a 60 cm para solos de textura média e argilosos (BRAGA SOBRINHO et al., 2008).

Soares (2001), ao estudar os efeitos de três lâminas de água e de quatro doses de potássio aplicadas via água de irrigação por gotejamento na produtividade e na qualidade dos frutos de melão cv. Dom Carlos, concluiu que as maiores produtividades totais ocorreram nas combinações de 150 kg de K_2O ha^{-1} com a lâmina referente a 75 e 100% da evapotranspiração da cultura. E as maiores produtividades comerciais foram obtidas nas combinações de 30 kg de K_2O ha^{-1} com 75% da ETc e 210 kg de K_2O ha^{-1} com 100% da ETc.

Valnir Junior (2007), ao analisar o comportamento do melão sob diferentes lâminas de água aplicadas via gotejamento, aliado à época de fornecimento desta água com suas implicações na produção do meloeiro, verificou que a lâmina de água e a frequência de

aplicação não interferiram nas variáveis de crescimento e desenvolvimento. O número, a massa média de frutos e a produtividade foram influenciados pela lâmina de água crescendo linearmente com o aumento no suprimento hídrico.

2.4 Fertirrigação

A fertirrigação é uma técnica antiga utilizada pelos agricultores dos Estados Unidos e Israel, que se tornou de uso generalizado nesses países e posteriormente no mundo, com o desenvolvimento de sistemas de irrigação modernos. No Brasil, o emprego da fertirrigação é mais recente, em geral utilizado por produtores que utilizam irrigação localizada, pois permite maior parcelamento dos fertilizantes e conseqüentemente, aumenta a eficiência de utilização dos fertilizantes por parte das plantas (BLANCO et al., 2002).

A fertirrigação constitui a aplicação de fertilizante simultaneamente com a água de irrigação. Uma técnica que implica no uso racional de fertilizantes, possibilitando o aumento da eficiência do seu uso, disponibiliza nutrientes no volume de solo explorado pelo sistema radicular da cultura, reduz a mão de obra, além de flexibilizar o período de aplicação, podendo fracionar as doses recomendadas (SOUZA et al., 2011).

Embora a fertirrigação tenha muitas vantagens, apresenta também algumas limitações, tais como: a seleção dos fertilizantes, que devem ser produtos em solução ou de alta solubilidade; corrosão do sistema de irrigação, sendo necessário realizar a lavagem dos equipamentos após a utilização; baixa uniformidade de distribuição, o sistema de irrigação deve apresentar boa uniformidade de distribuição de água, caso contrário não há boa uniformidade de distribuição da solução (FRIZZONE et al., 2012).

Para uma fertirrigação eficiente, torna-se necessário um equilíbrio entre a quantidade de água a ser aplicada e de nutriente durante todo o ciclo da cultura. Esta concentração deve proporcionar a absorção dos nutrientes nas quantidades requeridas pelas plantas, sem causar excesso no solo, resultando em salinização e redução da produtividade (ZHANG et al., 2013).

2.5 Lisimetria

O conhecimento da evapotranspiração é de extrema importância para o dimensionamento de projetos de irrigação, principalmente em relação ao manejo eficiente desses equipamentos. A evapotranspiração pode ser considerada como a junção da

transpiração e evaporação. Existe atualmente uma gama de equipamentos e métodos que podem ser utilizados para a determinação da evapotranspiração e da evaporação. Dentre esses, os lisímetros se destacam, sendo empregados para a obtenção direta dessa variável, com confiabilidade (CARVALHO et al., 2013).

Os lisímetros são considerados grandes recipientes preenchidos com solo, de modo a reproduzir semelhantemente os horizontes existentes no ambiente, instalados em condições de campo, os quais possuem sistemas de pesagem ou controle de entrada e saída de água, podendo ser utilizados para determinar a evaporação do solo descoberto ou a evapotranspiração de uma cultura (FARIA et al., 2006).

Devem-se adotar alguns cuidados na instalação e manejo de um lisímetro, mantendo idênticas as condições dentro e fora do lisímetro para evitar o efeito “oásis”, ou seja, área úmida circundada por área seca, e o efeito “buquê” que consiste em plantas maiores no interior dos lisímetros (ALLEN et al., 1991).

Esses instrumentos são os únicos capazes de medir, diretamente, o fluxo de água de uma superfície vegetada para a atmosfera, porém a medida direta da evapotranspiração por lisímetria é difícil e onerosa, fato que justifica seu uso apenas em condições experimentais. Os tipos mais comuns de lisímetros são drenagem, lençol freático constante e os de pesagem (SOUZA & SILVA, 2013).

O lisímetro de lençol freático constante permite boa precisão na medida da evapotranspiração, pois possui um sistema de alimentação contínua de água por meio do sistema de drenagem ou de um sistema auxiliar instalado na superfície do lisímetro. O sistema auxiliar é o mais utilizado, pois proporciona facilidade de controle, tendo em vista que consiste na instalação de um registro na saída do dreno, que é fechado quando da utilização desses lisímetro com lençol freático constante. Também é instalado um dispositivo auxiliar composto de um tubo PVC, boia do tipo de caixa d' água e sistema de alimentação de água independente de volume conhecido, conectados por uma tubulação flexível. Neste lisímetro, o lençol freático é mantido constante em resposta ao consumo de água pela cultura, e a água se desloca para a zona radicular por capilaridade (BERNARDO et al., 2006).

Os lisímetros de lençol freático de nível constante, não permitem medidas com o mesmo grau de exatidão e em intervalos de tempo tão curtos quanto aos lisímetros de pesagem, porém possuem o custo de instalação e operação bem inferiores, sendo empregados para a determinação da evapotranspiração de cada fase de crescimento da cultura. A evapotranspiração da cultura (ETc) é determinada a partir da lâmina média consumida no

lisímetro, que pode ser observado realizando leitura diária em uma régua graduada adaptada no reservatório de abastecimento (BERNARDO et al., 2006).

Vellame et al. (2012), ao compararem o funcionamento de dois lisímetros de pesagem de pequena capacidade com dois lisímetros de lençol freático de nível constante para uso em ambiente protegido, concluíram que os lisímetros de lençol freático constante apresentaram em escala diária de 24 horas boa concordância com os valores de transpiração medidos pelos lisímetros de pesagem.

2.6 Coeficiente da cultura

Na agricultura irrigada o conhecimento da quantidade de água requerida pelas plantas e do momento oportuno para sua aplicação consiste em um dos mais importantes passos para a racional utilização da prática da irrigação. Este fato se torna possível por meio do estudo da determinação da evapotranspiração e da estimativa dos coeficientes da cultura (K_c) nas condições de solo e clima onde a cultura é explorada (FERNÁNDEZ et al., 2010).

A evapotranspiração de uma cultura (E_{Tc}) pode ser calculada a partir da evapotranspiração de referência (E_{To}) e do coeficiente da cultura (K_c), nos diferentes estágios fenológicos (DOORENBOS & PRUITT, 1977).

O coeficiente da cultura pode ser considerado como a relação entre a evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) e a evapotranspiração de referência (E_{To}). Pressupõe-se que para a determinação do K_c , a cultura deva apresentar-se em plenas condições de desenvolvimento, sem estresse hídrico, térmico, sanitário ou nutricional (BASTOS et al., 2013).

O coeficiente de cultura é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas, o qual deve ser determinado para as condições locais que se encontra a cultura (LOPES et al., 2011). As pesquisas que contemplam a determinação de K_c regionais são essenciais, pois proporcionam maior confiabilidade na demanda evapotranspiratória local. O K_c é obtido, experimentalmente e indiretamente, por meio de lisímetros no qual se cultiva uma dada cultura e se mede o consumo de água por essa cultura, determinando-se a evapotranspiração da cultura. Para completar o cálculo do K_c é necessário determinar também a E_{To} , que pode ser medida com lisímetros cultivados com grama (Penman-Monteith (FAO)) ou estimada por métodos que requerem informações dos elementos climáticos obtidos em estações meteorológicas convencionais ou automáticas (BASTOS et al., 2013).

Allen et al. (1998), afirmam que o K_c varia de acordo com as características e estádios de desenvolvimento de cada cultura. Nas fases inicial e final os valores variam diariamente em função da fase da cultura que apresenta pequena cobertura do solo e também devido à frequência de umedecimento, porém, na fase intermediária da cultura possui valores elevados e constantes.

Miranda et al. (1999), estimaram a evapotranspiração da cultura com a utilização de lisímetros de pesagem e o coeficiente da cultura para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do melão irrigado por gotejamento na região litorânea do estado do Ceará. Esses autores concluíram que a evapotranspiração durante o ciclo da cultura foi de 251 mm, sendo observados valores de K_c inicial de 0,21; K_c intermediário de 1,21 e K_c final de 0,98. Quando comparado com as recomendações da FAO (0,20; 1,05 e 0,70) os valores de K_c intermediário e K_c final foram maiores, justificando a importância da realização de estudos regionais de determinação da evapotranspiração e de coeficientes da cultura.

2.7 Silício

O silício (Si) é considerado o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre, superado apenas pelo oxigênio. Nos solos, o silício solúvel ou disponível para as plantas (H_4SiO_4 - ácido monossilícico) pode ser originado dos processos de intemperização dos minerais primários e particularmente dos minerais secundários como os argilo-silicatos (KORNDORFER, 2015).

Mesmo tendo o conhecimento que o silício é um dos elementos mais abundantes e que a maioria dos solos contém consideráveis quantidades de Si, cultivos intensivos e monocultivo podem reduzir o nível deste elemento, tornando-se a adubação com Si necessária (KORNDORFER et., al 2000).

As principais maneiras de acrescentar silício na solução do solo seriam através da decomposição de resíduos vegetais, dissociação do ácido silícico polimérico, liberação do Si dos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, dissolução de minerais cristalinos e não cristalinos, adição de fertilizantes silicatados e a água de irrigação (LIMA FILHO et al., 1999).

O ácido monossilícico quando absorvido pelas plantas é depositado nas paredes das células da epiderme, fortalecendo a estrutura da planta e resultando no aumento da resistência ao acamamento e ao ataque de pragas e doenças, contribuindo para a redução da transpiração,

maior eficiência fotossintética e conseqüentemente aumento na produção (RODRIGUES et al., 2011; KORNDORFER, 2015).

Em solos pobres em Si disponível, o uso de silicatos geralmente eleva o teor de Si nas gramíneas pertencente ao grupo das acumuladoras (arroz, cana de açúcar, milho, aveia) e também em outras espécies não-gramíneas pertencente ao grupo das não acumuladoras (soja, feijão, alface, melão, morango entre outros). As plantas absorvem Si diretamente da solução do solo, o elemento é transportado até as raízes principalmente via fluxo de massa. Sua absorção pode ocorrer de duas maneiras, rápida ou lenta. Gramíneas que pertencem ao grupo das acumuladoras possuem absorção rápida, ou seja, a absorção do Si ocorre mais rapidamente que a da água. Já na maioria das eudicotiledôneas, que pertencem ao grupo das não acumuladoras, essa absorção se dá de forma lenta, a absorção é similar à da água (KORNDORFER, 2006).

Reflexo positivo da ação do silício tem sido observado na redução de danos causados por estresses bióticos e abióticos. Como o Si não é considerado um nutriente, em alguns casos, o aumento de produção com a adubação silicatada não é verificado em algumas plantas consideradas não acumuladoras, quando cultivada sob condições controladas e adequadas de água, luz, temperatura e umidade. Portanto, quando algum tipo de estresse está presente no cultivo há maior possibilidade dos efeitos do Si serem evidenciados (CAMARGO, 2016).

A acumulação de Si nos órgãos de transpiração provoca redução na perda de água da planta, pois diminui a abertura dos estômatos. Nas folhas de arroz forma-se uma camada de sílica abaixo da cutícula, que provoca a limitação de perda de água. O silício acumulado junto aos estômatos reduz a taxa de transpiração diminuindo assim o consumo de água pela planta (KORNDORFER, 2006).

Existem várias ações benéficas do Si nas plantas, como por exemplo, resistência ao ataque de organismos patogênicos; melhor estruturação da arquitetura das plantas; redução da fitoxidez causada por metais pesados; proteção contra efeitos de temperaturas elevadas; formação de nódulos simbióticos em leguminosas; maior tolerância em ambiente salino; redução dos efeitos de estresse hídrico (EPSTEIN, 2001 citado SANTOS, 2010).

Há evidências, que quanto mais silício uma planta absorver, maiores serão seus efeitos. O limite pode ocorrer em relação ao efeito corretivo dos silicatos, isto é, quando a dose de silicatos provocarem aumentos de pH e de saturação por bases acima dos valores desejados. Neste caso, podem acontecer desequilíbrios nutricionais, principalmente de

micronutrientes catiônicos (cobre, ferro, zinco e manganês) e de fósforo, devido aos processos de insolubilização (KORNDORFER et al., 2004).

Souza et al. (2015), ao avaliar o efeito da fertirrigação com nitrogênio e silicato de potássio sobre a massa seca comercial da parte aérea de alface, cultivar Vera no período de inverno e primavera, concluiu que a massa seca comercial da parte aérea foi favorecida pela fertirrigação com N e pela fertirrigação com Si K₂O, tendo sua resposta nas maiores doses de N (171 kg ha⁻¹) e Si K₂O (21,85 kg ha⁻¹).

Silva et al. (2013), ao estudarem a influência do silício sobre a produção e a acidez titulável dos frutos de morango, concluíram que a aplicação de Si via solo ou foliar contribuiu para o aumento da produção e também da acidez titulável dos frutos.

CAPÍTULO 1

Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente da cultura do melão irrigado por gotejamento em ambiente protegido

Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente da cultura do melão irrigado por gotejamento em ambiente protegido

RESUMO

Em ambiente protegido para que não ocorra comprometimento no desenvolvimento da cultura do melão, toda a água perdida por evapotranspiração deve ser reposta por meio de irrigação. Pesquisas relacionadas à evapotranspiração e a estimativa dos coeficientes da cultura (K_c) são fundamentais para o manejo adequado de irrigação, contribuindo para o aumento de eficiência no uso da água e, conseqüentemente, para a otimização dos recursos hídricos e energéticos. Objetivou-se neste trabalho, determinar o consumo de água e os coeficientes da cultura do melão rendilhado em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro Técnico de Irrigação (CTI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá - PR. O híbrido de melão utilizado foi o *Sunrise* e a irrigação foi realizada via gotejamento. A evapotranspiração da cultura foi medida diretamente por meio de dois lisímetros de lençol freático constante e a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith (FAO), a partir de informações climatológicas coletadas em estação meteorológica automática instalada no interior do ambiente protegido. O consumo total de água da cultura do melão foi de 295 mm. Os valores recomendados de coeficiente da cultura do meloeiro, cultivado em ambiente protegido no município de Maringá - PR são: estágio inicial 0,87, estágio intermediário 1,15 e estágio final 0,64. Em relação às recomendações da FAO, observaram-se menores durações dos estádios fenológicos e maiores valores de coeficiente da cultura, ressaltando a importância da realização de estudos regionais.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Estádio fenológico. Irrigação. Lâmina de água. Lisímetro.

Estimation of evapotranspiration and crop coefficient of drip irrigated melon in greenhouse

ABSTRACT

In a protected environment so that there is no compromise in the development of the melon crop, all the water lost through evapotranspiration must be replaced by irrigation. Researches related to evapotranspiration and estimation of crop coefficients (K_c) are fundamental for the proper management of irrigation, contributing to the increase of efficiency in water use and, consequently, to the optimization of water and energy resources. The objective of this study, was to determine the water consumption and the coefficients of the melon culture in a protected environment. The experiment was conducted in a greenhouse at the Technical Center of Irrigation (CTI) of the State University of Maringá (UEM), in Maringá - PR. The hybrid of melon used was Sunrise and irrigation was performed by drip irrigation. The evapotranspiration of the crop was measured directly by means of two constant water table lysimeters and the reference evapotranspiration by the Penman-Monteith (FAO) method, from climatological information collected in an automatic meteorological station installed inside the protected environment. The total water consumption of the melon crop was 295 mm. The recommended values of the cultivar coefficient of the melon grown in protected environment in the municipality of Maringá - PR are: initial stage 0.87, intermediate stage 1.15 and final stage 0.64. In relation to FAO recommendations, shorter durations of phenological stages and higher values of the crop coefficient were observed, emphasizing the importance of regional studies.

Keywords: *Cucumis melo* L. Phenological stage. Irrigation. Water depth. Lysimeter.

1.1 INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma cultura de grande importância na economia brasileira, ocupando a 12^o colocação na escala de produção mundial, sendo o Brasil um dos maiores produtores na América do Sul (FAO, 2012). Em 2010, foram exportadas 178 mil toneladas, gerando uma receita financeira de 122 milhões de dólares (IBRAF, 2016).

O cultivo de algumas variedades, especialmente do grupo *cantaloupensis* é realizado em ambiente protegido, tendo em vista o alto retorno econômico gerado. Neste tipo de cultivo, é possível obter altas produtividades, frutos padronizados e de boa qualidade (VÁSQUEZ et al., 2005).

Quando se utiliza ambiente protegido a irrigação se faz necessária, pois não há fornecimento de água à cultura por meio de precipitações pluviais. Porém, devido à redução de disponibilidade hídrica e do elevado custo da energia demandada para o funcionamento de um sistema de irrigação, torna-se imprescindível adotar um manejo de irrigação, que proporcionará a obtenção de máxima produção com o menor consumo possível de água e energia elétrica (OLIVEIRA et al., 2011).

Para se ter um bom manejo de irrigação, que seja eficiente, é essencial determinar corretamente a quantidade de água a ser aplicada. A estimativa da evapotranspiração da cultura indica a ocorrência simultânea de dois processos importantes no cultivo das plantas, a evaporação de água do solo e a transpiração por parte da cultura, em qualquer estágio de desenvolvimento (LOPES et al., 2011).

Toda a água perdida por evapotranspiração deve ser resposta por meio de irrigação, propiciando umidade ideal para que as raízes consigam retirar a quantidade de água necessária, sem nenhuma restrição. Pesquisas relacionadas à evapotranspiração e à estimativa dos coeficientes da cultura (K_c) são fundamentais para o manejo adequado de irrigação, contribuindo para o aumento da eficiência na utilização da água e, conseqüentemente a otimização dos recursos hídricos e energéticos, que estão cada vez mais escassos (MONTENEGRO et al., 2004).

Valores experimentais de K_c são encontrados em literatura (ALLEN et al., 1998). No entanto, devido às diferenças climáticas de um local para outro, esses valores podem sofrer alterações e, conseqüentemente, superestimar ou subestimar o consumo de água pelas plantas (CARVALHO et al., 2006). Os valores de K_c determinados por Miranda et al (2004) e Peres

et al (2013), foram superiores ao recomendado em literatura destacando a importância da determinação dos coeficientes da cultura em âmbito regional.

A carência de informações sobre o comportamento da cultura do melão do grupo *cantaloupe* sob efeitos de manejo de irrigação na região sul do país, instigou o desenvolvimento deste trabalho.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo determinar o consumo de água e os coeficientes da cultura do melão rendilhado para seu cultivo em ambiente protegido, irrigado por gotejamento, nas condições edafoclimáticas de Maringá - PR.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 12 de novembro de 2015 a 19 de fevereiro de 2016, em ambiente protegido no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente ao Departamento de Agronomia (DAG) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), situado no município de Maringá - PR (23°25'S e 51°57'O com 542 m de altitude). O clima, classificado segundo Koppen, é do tipo Cfa, mesotérmico, subtropical com média anual de precipitação de 1500 mm, mantendo temperatura média de 28 a 29° C (CAVIGLIONE et al., 2000).

O ambiente protegido possuía 30 m de comprimento, 6,9 m de largura e 3,5 m de pé direito. A estrutura apresentava-se no sentido Norte-sul, com teto em arco, coberta com filme de polietileno de 150 µm de espessura e com tela de sombrite branca nas laterais.

Por se tratar de uma análise determinística, os valores coletados representam a realidade no período, no local e na condição em que a cultura foi conduzida. O experimento não se enquadra a nenhum delineamento estatístico, pois não foram testados tratamentos, apenas realizadas leituras diretas de evapotranspiração da cultura.

A classe de solo da área experimental é Nitossolo vermelho distroférico (EMBRAPA, 2013) e sua caracterização química na profundidade de 0,10 m está apresentada na Tabela 1. A análise textural apresenta granulometria de 122,6 g kg⁻¹ de areia, 120,6 g kg⁻¹ de silte, 756,8 g kg⁻¹ de argila e densidade média do solo de 1,34 mg m⁻³ (TRINTINALHA, 2005).

Tabela 1. Análise química do solo

| pH CaCl ₂ | pH H ₂ O | M.O (g dm ³) | C (g dm ³) | P (mgdm ³) | K (cmol _c dm ³) | Ca ⁺² (cmol _c dm ³) |
|--|--|---|--|---|---|--|
| 6,4 | 7,20 | 15,55 | 9,02 | 46,77 | 0,30 | 11,99 |
| Mg ⁺² (cmol _c dm ³) | Al ⁺³ (cmol _c dm ³) | H ⁺ Al ⁺³ (cmol _c dm ³) | SB (cmol _c dm ³) | CTC (cmol _c dm ³) | V (%) | |
| 2,50 | 0,00 | 2,54 | 14,80 | 17,34 | 85,35 | |
| Cu (mgdm ³) | Zn (mgdm ³) | Fe (mgdm ³) | Mn (mgdm ³) | Na ⁺ (mgdm ³) | B (mgdm ³) | |
| 18,71 | 20,34 | 68,97 | 94,61 | 32,58 | 0,18 | |

Foi utilizado o híbrido de melão *Sunrise*, que apresenta característica de massa média de 1 kg e teor de sólidos solúveis em torno de 13 a 14 ° Brix. As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno expandido 50 células, contendo substrato comercial, que ficaram

alojadas em casa de vegetação até o momento do transplântio, quando apresentaram duas ou três folhas definitivas.

O solo foi revolvido manualmente com enxada, até a profundidade de 40 cm e foram construídos no interior do ambiente protegido 60 canteiros, com dimensão de 3 m de comprimento e 0,5 m de largura cada. As plantas foram dispostas no espaçamento de 1 m entre linha e 0,5 m entre plantas, conduzidas verticalmente, em haste única, com tutoramento feito por meio de fitilhos plásticos até 1,90 m de altura quando se realizou a retirada do ápice da planta.

A partir da emissão das flores, foi realizada a polinização manual, quando verificado o “pegamento” dos frutos foi realizado o desbaste deixando apenas um fruto por planta.

O sistema de irrigação utilizado foi microirrigação por gotejamento, contendo em cada canteiro 12 gotejadores autocompensantes espaçados a cada 0,25 m e vazão de 8 L h^{-1} , quando operando a uma pressão de 15 mca. Para a determinação da evapotranspiração da cultura (ETc) do meloeiro, foram utilizados dois lisímetros de lençol freático constante, instalados no centro do ambiente protegido (Figura 1). Os lisímetros foram construídos com caixas de PVC de 310 L de capacidade com 1,05 m de diâmetro e 0,54 m de profundidade. Ao lisímetro foi conectado um dispositivo auxiliar composto de um tubo de PVC (200 mm), boia do tipo de caixa d' água e sistema de alimentação de água de volume conhecido conectado por uma tubulação flexível.

No interior dos lisímetros foram transplantadas duas plantas de melão espaçadas em 0,5 m reproduzindo semelhantemente as condições dos canteiros, de modo que a água extraída pelas plantas foi reposta automaticamente pelo sistema. As leituras e reposições de água no tanque de alimentação foram realizadas todos os dias às sete horas da manhã. Ao final do experimento foi determinada a umidade do solo nos lisímetros a partir do método gravimétrico.



Figura 1. Lisímetro de lençol freático constante instalado na área experimental.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi determinada utilizando-se uma estação climatológica da marca DAVIS, com dados registrados em um datalogger alocado em abrigo meteorológico posicionado a uma altura de 1,20 m do solo no centro do ambiente protegido. Foram coletados os dados de variáveis meteorológicas, como temperatura do ar, umidade relativa, pressão atmosférica, radiação solar incidente, que deram subsídios ao cálculo da ET_o .

O cálculo da ET_o foi obtido pela equação 1 de acordo com a metodologia de Penman-Monteih, conforme recomendação da FAO (ALLEN et al., 1998).

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{900}{T_{med} + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (1)$$

Em que:

ET_o = evapotranspiração de referência ($mm\ d^{-1}$);

Δ = declividade da curva de pressão de vapor ($kPa\ ^\circ C^{-1}$);

Rn = saldo diário de radiação ($MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$);

G = fluxo diário de calor no solo ($MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$);

γ = constante psicométrica ($kPa\ ^\circ C^{-1}$);

T_{med} = temperatura média diária do ar ($^\circ C$);

U_2 = velocidade média diária do vento a 2 m de altura ($m\ s^{-1}$);

e_s = pressão de saturação do vapor d'água média diária (kPa);

e_a = pressão de vapor d'água média diária (kPa).

A declividade da curva de pressão de vapor (Δ) foi obtida pela equação 2.

$$\Delta = \frac{4098 e_s}{(T_{med}+237,3)^2} \quad (2)$$

A pressão de saturação do vapor d'água média diária (e_s) foi obtida por meio da equação 3.

$$e_s = 0,6108 \exp^{\frac{17,27 * T_{med}}{T_{med} + 237,3}} \quad (3)$$

A constante psicrométrica (γ) foi calculada utilizando a equação 4.

$$\gamma = 0,0016286 \frac{P}{\lambda} \quad (4)$$

Em que:

P = pressão atmosférica local (kPa);

λ = calor latente de vaporização (MJ Kg⁻¹)

A pressão atmosférica local (P) foi obtida por meio da equação 5.

$$P = 101,13 \left(\frac{293 - 0,0065 * H}{293} \right)^{5,2568} \quad (5)$$

Em que:

H = altitude local.

O calor latente de vaporização (λ) foi obtido pela equação 6.

$$\lambda = 2,501 - 0,0236 * T_{med} \quad (6)$$

A pressão de vapor d'água média diária (e) foi expressa por meio da equação 7.

$$e = \frac{URA * e_s}{100} \quad (7)$$

Em que:

URA = umidade relativa do ar (%).

O fluxo diário G de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$) é considerado nulo ($G = 0$), devido à variação de temperatura média do solo de um dia para o outro ser muito pequena. No caso de cálculo para cinco dias ou mais, a variável deve ser considerada.

O saldo diário de radiação (R_n) foi obtido por meio da equação 8:

$$R_n = B_{oc} + B_{ol} \quad (8)$$

Em que:

B_{oc} = balanço de ondas curtas;

B_{ol} = balanço de ondas longas.

O B_{oc} e o B_{ol} foram obtidos utilizando a equação 9 e 10.

$$B_{oc} = |1 - \alpha| * R_s \quad (9)$$

Em que:

α = albedo;

R_s = radiação solar global.

$$B_{ol} = \left(1,35 * \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35\right) (0,34 - 0,14 * \sqrt{e}) 4,9 \times 10^{-9} (T^4_{\max} + T^4_{\min}) \frac{1}{2} \quad (10)$$

Em que:

R_{so} = radiação solar para céu limpo.

A radiação solar para céu limpo (R_{so}) é expressa utilizando a equação 11.

$$R_{so} = (0,75 + 2 \times 10^{-5} H) R_a \quad (11)$$

Em que:

Ra = radiação solar no topo da atmosfera.

A radiação solar no topo da atmosfera (Ra) é obtida pela equação 12.

$$Ra = 37,60 * dr * (\omega s * \sin \varnothing \sin \delta + \cos \varnothing \cos \delta \sin \omega s) \quad (12)$$

Em que:

dr = distância da terra ao sol.

A distância da terra ao sol (dr) é expressa pela equação 13.

$$dr = 1 + 0,0333 \cos(2 * \pi * \frac{J}{365}) \quad (13)$$

Em que:

J = dia Juliano;

ωs = ângulo horário.

O ângulo horário (ωs) foi obtido a partir da equação 14.

$$\omega s = \arcsin(-\tan \varnothing * \tan \delta) \quad (14)$$

Em que:

\varnothing = latitude local (radianos);

δ = declinação solar (radianos).

A declividade solar foi obtida utilizando a equação 15:

$$\delta = 0,409 * \sin(\frac{2\pi}{365} J - 1,39) \quad (15)$$

O coeficiente da cultura (Kc) do meloeiro foi determinado mediante a posse dos valores de evapotranspiração da cultura (ETc) e da evapotranspiração de referência (ET_o), de acordo com a equação 16 a seguir:

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_0} \quad (16)$$

Para o efeito do cálculo do K_c médio, o ciclo da cultura foi dividido em quatro estádios fenológicos, definidos de acordo com ALLEN et al. (1998) da seguinte maneira: I) estágio inicial: do plantio até 10% de cobertura do solo; II) estágio de crescimento: do final do estágio inicial até a cobertura total do solo; III) estágio intermediário: do estabelecimento da cobertura total do solo até o início da maturação dos frutos; IV) estágio final: da maturação até a colheita.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Lâmina de água

A lâmina total de água aplicada na cultura do melão por meio do sistema de microirrigação por gotejamento no período compreendido entre o transplântio à colheita foi de 295 mm.

Esse valor de lâmina está em conformidade com Soares (2001), no qual a lâmina de água aplicada por gotejamento no meloeiro híbrido Don Carlos foi de 280 mm, determinada por meio de lisímetro de pesagem em ambiente protegido, localizado no município de Piracicaba - SP.

Peres et al. (2013), verificaram o consumo de água total do meloeiro Louis de 254,5 mm e HD 90 de 188,6 mm medido por meio de lisímetro de pesagem em ambiente protegido, em Araras - SP.

Valnir Júnior et al. (2013), ao trabalharem com o manejo de água verificaram o consumo de uma lâmina de 266 mm durante todo ciclo da cultura do melão a céu aberto, na região norte do Estado do Ceará.

Estas determinações experimentais revelam a grande influência que o clima apresenta em relação ao consumo de água pela cultura do melão.

Da fase inicial, até 20 dias após o transplântio (DAT), a evapotranspiração da cultura (ETc) apresentou consumo de água menor que $3,63 \text{ mm dia}^{-1}$. A partir desse ponto, a ETc foi aumentando até os 70 DAT, passando a sofrer decréscimo até o final do ciclo, conforme apresentado na Figura 2.

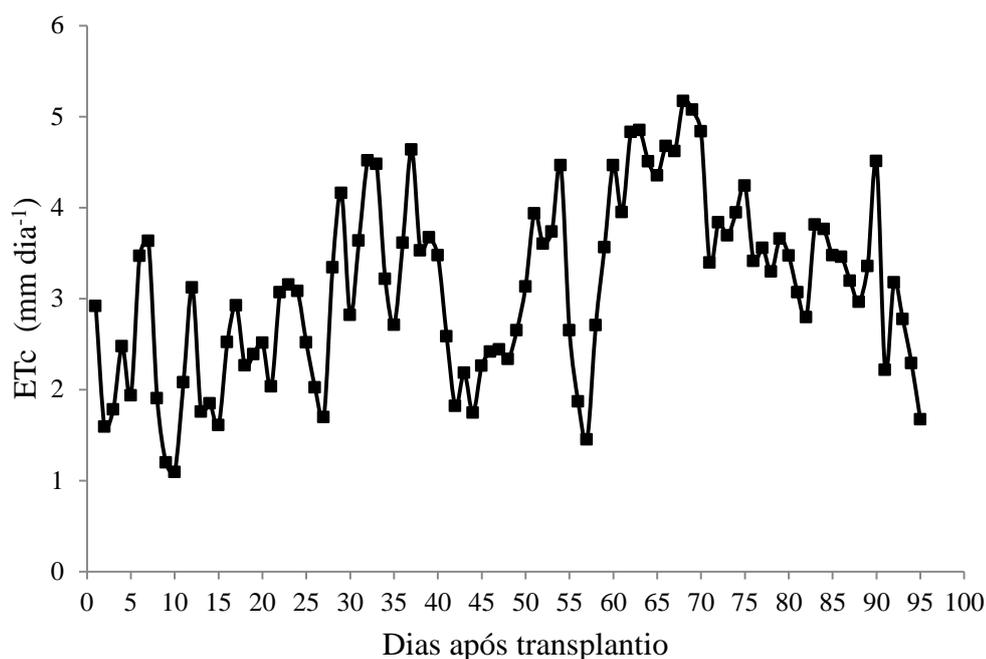


Figura 2. Evapotranspiração da cultura (ETc) do melão rendilhado em ambiente protegido, durante o período experimental, Maringá - PR.

Conforme Soares (2001), o aumento e redução da ETc ao longo do ciclo da cultura do melão pode ser atribuído às condições climáticas e ao desenvolvimento das plantas. Observa-se que os menores registros de evapotranspiração da cultura ocorreram no estágio inicial e final, sendo importante ressaltar que no estágio inicial o meloeiro apresenta pouco desenvolvimento da parte aérea, sendo que sua demanda hídrica, segundo Marouelli et al. (2003), ocorre em função da evaporação de água do solo, da umidade superficial, da frequência de irrigação e da demanda evaporativa da atmosfera. Enquanto que no estágio final essa redução da ETc ocorre, provavelmente, devido ao processo natural de senescência.

Por sua vez, o consumo máximo de água foi verificado no estágio intermediário da cultura, com ETc de 5,16 mm dia⁻¹ o que também pode ser devido ao aumento de área foliar da planta conjuntamente com o desenvolvimento dos frutos. Em estudos realizados com melancia e abóbora por Miranda et al. (2004) e Klosowski et al. (1999) respectivamente, os maiores valores de ETc ocorreram na fase de desenvolvimento dos frutos de cada cultura.

1.3.2 Fatores climáticos

As principais variáveis climáticas que afetam a evapotranspiração são a temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global e velocidade do vento. Ao se tratar de ambiente protegido a velocidade do vento é considerada desprezível.

Durante o ciclo da cultura, as temperaturas médias do ar, mínimas e máximas foram de 20,67 e 36,27° C respectivamente, conforme apresentado na Figura 3.

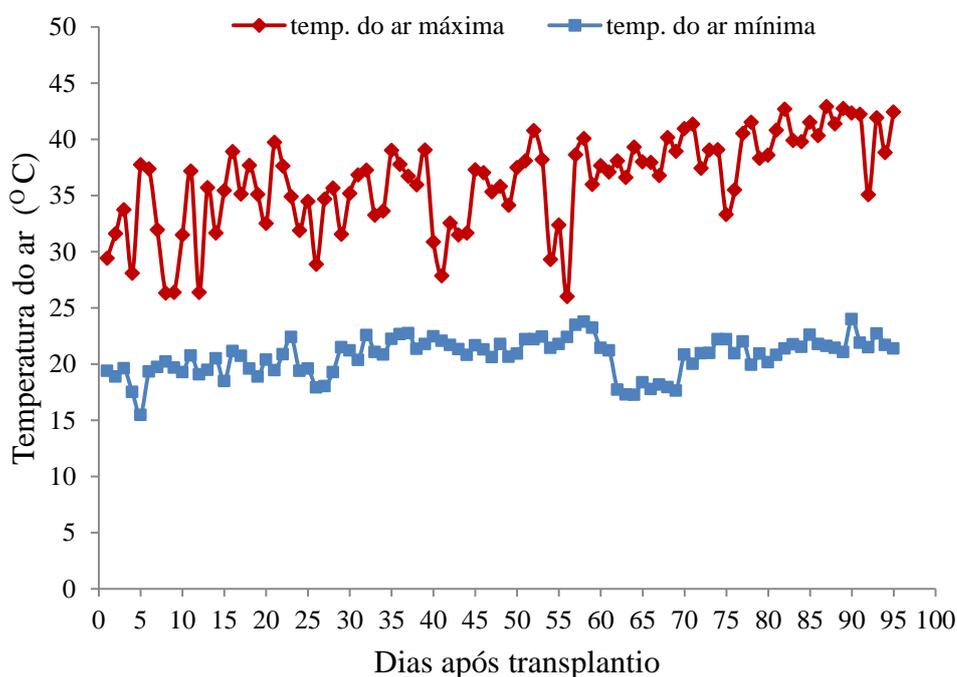


Figura 3. Temperatura do ar durante o período experimental, Maringá - PR.

A variação média da temperatura do ar no interior do ambiente protegido manteve-se dentro dos limites críticos da cultura praticamente todo o ciclo. Segundo Brandão Filho & Callegari (1999); Silva (2000) e Ancelotti & Costa (2010), o crescimento vegetativo do meloeiro é prejudicado por temperaturas do ar inferiores a 13° C e superiores a 40° C, sendo a faixa de 25 a 32° C considerada como ótima para o seu desenvolvimento vegetativo.

A temperatura do ar atua no processo de evapotranspiração, devido ao fato de que a radiação solar absorvida pela atmosfera e o calor emitido pela superfície cultivada, elevam a temperatura do ar. O ar aquecido próximo às plantas transfere energia para a cultura na forma de fluxo de calor sensível, aumentando as taxas evapotranspiratórias (TEIXEIRA & LIMA FILHO, 2004).

A umidade relativa média do ar variou de 60 a 95% durante o período experimental (Figura 4). De acordo com Brandão Filho & Callegari (1999) a umidade relativa do ar considerada ideal durante a fase de crescimento vegetativo do meloeiro é de 65 a 75%.

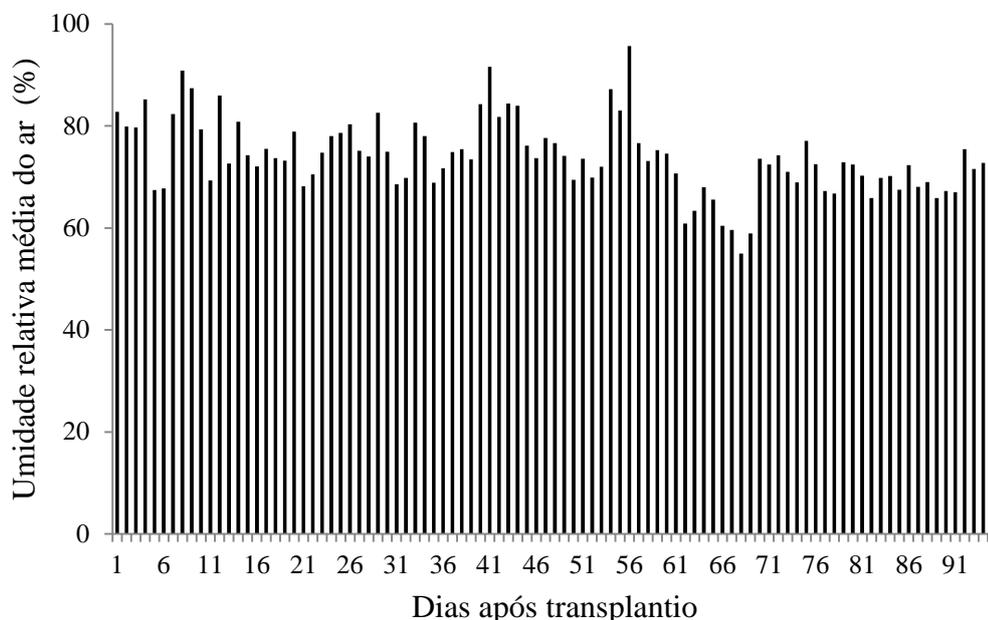


Figura 4. Umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido durante o período experimental, Maringá - PR.

A umidade relativa do ar pode afetar a evapotranspiração das culturas devido a interações com a fotossíntese e produção de matéria seca, prejudicando o desenvolvimento do índice de área foliar ou modificando a condutância estomática (JOLLIET, 1994).

Observando as Figuras 3 e 4 verifica-se que quando ocorre o aumento da temperatura os valores de umidade relativa do ar diminuem, representando um déficit de saturação. Com o aumento da temperatura do ar, aumenta o nível energético das moléculas e também a diferença entre pressão atual de vapor e a pressão de saturação, conseqüentemente resulta em aumento da evaporação ou evapotranspiração. Mais moléculas de água deixam a superfície evapotranspirante e se incorporam ao ar (PERREIRA et al., 1997).

Na Figura 5, encontra-se a comparação entre o comportamento da radiação solar e da evapotranspiração da cultura observada no interior do ambiente protegido.

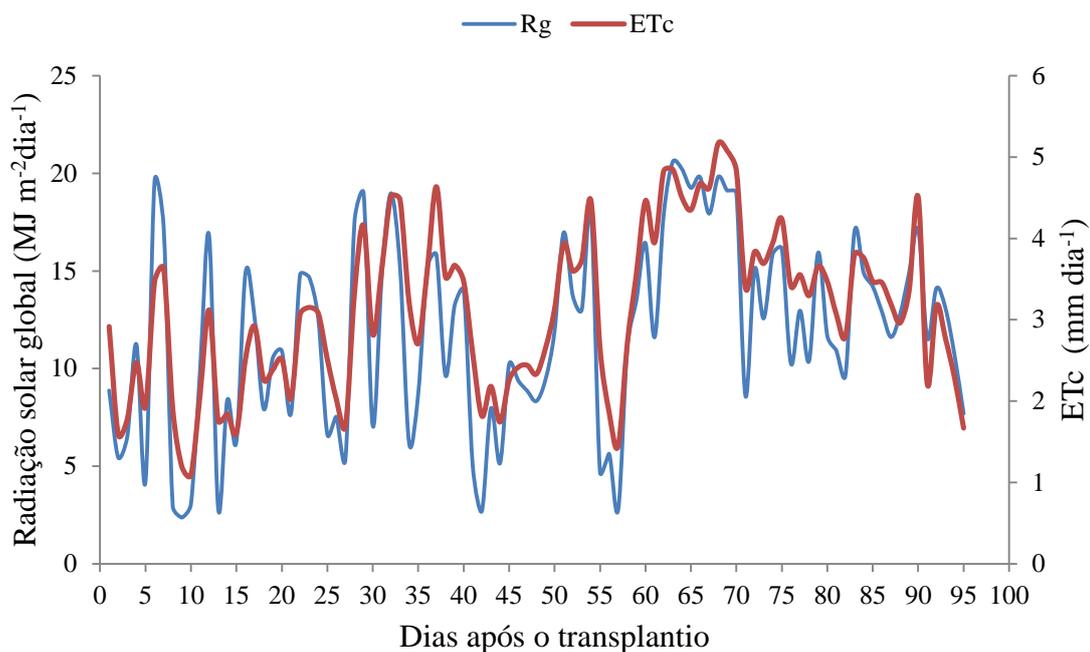


Figura 5. Variação da evapotranspiração da cultura e da radiação solar global durante o período experimental, Maringá - PR.

Observa-se que a radiação solar global guarda uma estreita relação com a variação da evapotranspiração da cultura. A radiação solar pode ser considerada a principal fonte de energia para as plantas e grande parte dessa energia é convertida em calor, impulsionando o processo de transpiração, alterando a temperatura dos tecidos vegetais com consequências para os processos metabólicos (JONES, 1992).

A utilização da cobertura plástica no ambiente protegido pode ter contribuído para a redução dos níveis de radiação solar e conseqüentemente a diminuição das perdas de água.

1.3.3 Evapotranspiração de referência (ET_o) e evapotranspiração da cultura (ET_c)

O consumo hídrico da cultura do melão rendilhado cultivado em ambiente protegido apresentou tendência semelhante aos valores de ET_o durante todo o período experimental, conforme exposto na Figura 6.

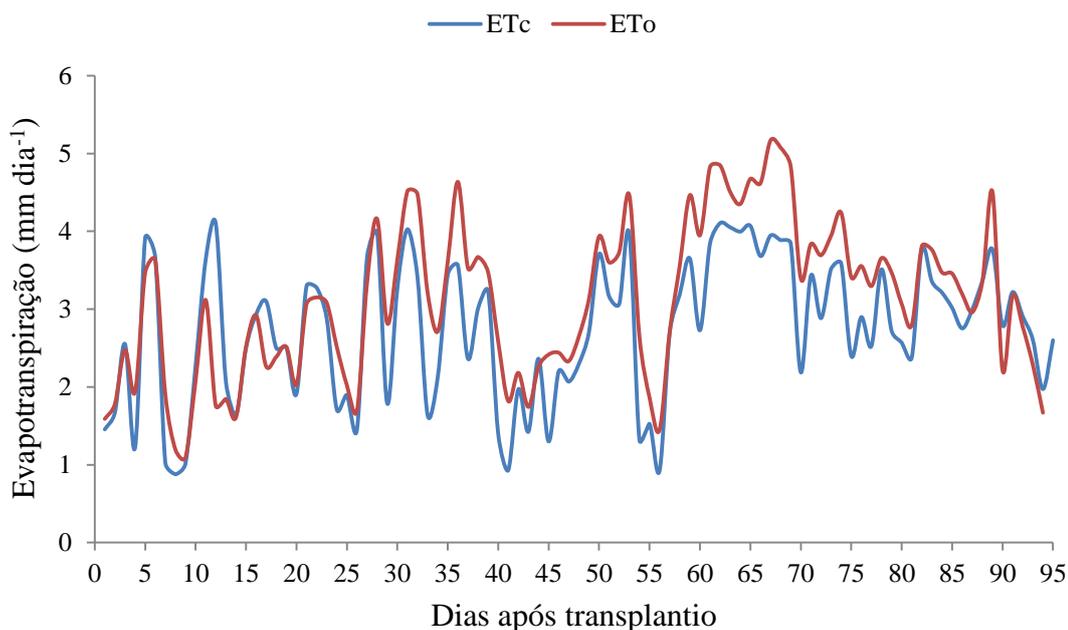


Figura 6. Valores diários de evapotranspiração de referência (ETo) e evapotranspiração da cultura (ETc) do melão rendilhado durante seu ciclo cultivado em ambiente protegido, Maringá - PR.

As taxas de ETo foram maiores no estágio inicial em relação a ETc, em virtude de a cultura apresentar ainda baixo desenvolvimento de área foliar e conseqüentemente apresentar maior área de solo descoberta. O processo de evaporação de água do solo, neste caso, passa a ser mais representativo do que a transpiração da cultura. Nos estádios de crescimento e intermediário, a ETo sofreu decréscimo em comparação a ETc, pois a cultura se apresentava em pleno desenvolvimento, voltando a aumentar até o final do ciclo, com valores bem próximos da ETc.

Este comportamento também foi observado por Rezende (2016), ao determinar evapotranspiração de referência e evapotranspiração da cultura do milho safrinha por meio de lisímetros de pesagem na região de Dourados - MS.

Nos estádios de crescimento e intermediário, os valores de ETc superaram os valores de ETo. E no período dos 40 a 56 DAT os valores ETo e ETc aproximaram-se, podendo ser justificado a partir da umidade média relativa do ar que apresentaram os maiores valores neste período (Figura 4).

1.3.4 Duração dos estádios fenológicos da cultura do melão rendilhado

As durações dos estádios fenológicos da cultura do melão diferem daqueles indicados pelo boletim 56 da FAO (Tabela 2), nas condições da região da Califórnia, fato que pode estar relacionado ao material genético utilizado e as características climáticas da região.

No caso deste experimento, o clima predominante no município de Maringá é do tipo Cfa, mesotérmico, subtropical, com invernos frios e secos e verões quentes e chuvosos. Por sua vez, grande parte da Califórnia apresenta um clima de tipo mediterrâneo, com verões quentes e secos e invernos amenos e úmidos.

Tabela 2. Duração dos estádios fenológicos do melão rendilhado (em dias), Maringá - PR

| Estádio fenológico | Duração | |
|---------------------|-----------|------------|
| | Medido | FAO |
| I – Inicial | 20 | 30 |
| II – Crescimento | 30 | 45 |
| III – Intermediário | 25 | 35 |
| IV – Final | 20 | 10 |
| TOTAL | 95 | 120 |

Nota-se um rápido desenvolvimento da cultura nos estádios inicial, de desenvolvimento e intermediário, na qual possuem duração mais curta quando comparadas a FAO. Ao se tratar de cálculos de necessidades hídricas da cultura, os dados da FAO causariam subestimativa da realidade. E o aumento de dias na fase final levaria a superestimativa da necessidade hídrica do meloeiro. Esse fato evidencia a importância da obtenção de melhores resultados em levantamentos de campo que consideram as características do solo e do clima regional.

As temperaturas registradas durante o período experimental mantiveram-se dentro do limite ideal para o desenvolvimento vegetativo do melão (Figura 3), favorecendo a diminuição do ciclo da cultura.

Durações de estádios fenológicos semelhantes aos apresentados na Tabela 2, foram observadas por Peres et al. (2013), ao cultivar melão em ambiente protegido na região de Araras - SP, sendo o estágio inicial constituído de 15 dias, crescimento 30 dias, intermediário 15 dias e final 22 dias, totalizando um ciclo vegetativo de 82 dias.

Miranda et al. (1999), trabalhando nas condições edafoclimáticas da região litorânea do Ceará, observaram que o melão híbrido Gold mine cultivado a céu aberto apresentou

estádios fenológicos distintos do presente trabalho, sendo o estágio inicial constituído por 23 dias, crescimento 18 dias, intermediário 18 dias e final 7 dias, apresentando ciclo vegetativo da cultura do melão de 66 dias. Destacando-se a duração do estágio final, provavelmente houve essa grande diferença, devido à disponibilidade de energia solar na região de estudo, favorecendo o rápido amadurecimento dos frutos.

1.3.5 Coeficiente da cultura

Os valores de Kc do melão rendilhado determinados a partir da razão entre a evapotranspiração da cultura (ETc) e a evapotranspiração de referência (ETo) mostraram-se maiores em relação aos valores recomendados pelo boletim 56 da FAO no estágio inicial e intermediário, enquanto que no estágio final os valores de Kc foram próximos, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Coeficientes da cultura (Kc) do melão rendilhado cultivado em ambiente protegido, Maringá - PR

| Estádio | Coeficientes da cultura | |
|---------------|-------------------------|------|
| | Medido | FAO |
| Inicial | 0,87 | 0,50 |
| Intermediário | 1,15 | 0,85 |
| Final | 0,64 | 0,60 |

Os dados da Tabela 3 foram comparados pelo coeficiente de correlação “r” de Pearson e tiveram uma correlação alta (acima de 0,70). O fato dos valores de Kc medido serem maiores está relacionado ao frequente umedecimento da superfície do solo que ocorreu em decorrência das irrigações, potencializando as taxas de evaporação de água do solo.

Como o método de manejo para se determinar a ETc neste experimento, foram lisímetros de lençol freático constante, a umidade do solo se manteve próxima a capacidade de campo durante todo período experimental. Nas camadas de 0-0,05 m e 0-0,10 m a umidade do solo foi de 42 m³ m⁻³, valor próximo à capacidade de campo para o solo utilizado no presente estudo (44 m³ m⁻³). Nas camadas de 0-0,20 m e 0-0,30 m a umidade do solo foi de 49 e 50 m³ m⁻³ respectivamente, sendo estes valores acima da capacidade de campo.

De acordo com Allen et al. (1998), para condição de umedecimento frequente, como por exemplo, irrigações de alta frequência ou chuva diária, pode-se aumentar

substancialmente os valores de Kc podendo aproximar-se de 1 a 1,2, fato este que pode ser observado no presente estudo.

Allen et al. (1998), afirmam também que culturas manejadas em espaldeiras, ou seja, tutoradas que alcançam 1,5 a 2,0 m de altura, necessitam que os valores de Kc sejam aumentados.

Conforme exposto anteriormente na Figura 4, a umidade relativa do ar se apresentou em alguns períodos elevada para as condições de cultivo do melão, diminuindo a evaporação de água do solo e conseqüentemente contribuindo para elevação dos valores de Kc.

Peres et al. (2013), ao avaliar a utilização de lisímetros de pesagem para a determinação dos coeficientes de cultura do meloeiro para o cultivo em ambiente protegido na região de Araras - SP e obtiveram os valores de Kc de 0,20; 1,10 e 0,50 para os estádios inicial, intermediário e final, respectivamente.

Miranda et al. (2004), determinaram o coeficiente de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento, utilizando lisímetro de pesagem para determinação da ETC e o método Penman-Monteith (FAO) para a estimativa da ETo. Observaram Kc inicial de 0,30; intermediário de 1,15 e final de 0,58 diferenciando-se dos valores recomendados pela FAO.

Miranda (1999) ao determinar o coeficiente de cultivo para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do melão a céu aberto no município de Paraipaba - CE, observou valores de Kc inicial de 0,21, intermediário de 1,21 e final de 0,98, ressaltando que quando comparados aos valores recomendados pela FAO os valores da fase intermediária e final do Kc medido são maiores.

Pesquisas apontam diferenças nos valores de Kc do melão para as mais diversas regiões, sendo que a grande maioria dos trabalhos também apresentam valores discrepantes quando comparados aos valores fornecidos pela FAO. Fato este, que pode conduzir a erros na determinação das lâminas de irrigação.

Os valores tabelados de Kc pelo boletim 56 da FAO são úteis como um guia geral e para propósitos de comparação, devendo serem utilizadas sempre que possível observações local dos estádios de desenvolvimento e considerar os efeitos da variedade, clima e práticas culturais. Justificando a necessidade de maior adequação de valores medidos localmente, haja vista que o uso dos valores tabelados pela FAO deve conduzir a subestimativas e/ou superestimativas das necessidades hídricas da cultura do melão.

No presente estudo, há uma subestimativa dos valores fornecidos pela FAO nos estádios inicial e intermediário da cultura do melão, sabendo-se, que o déficit hídrico pode se tornar a principal causa de decréscimo de produtividade.

1.4 CONCLUSÕES

Neste trabalho, conforme as condições estudadas, equipamentos utilizados, resultados e discussões apresentadas permitiram as seguintes conclusões:

- O consumo total de água da cultura do melão foi de 295 mm considerando-se um ciclo vegetativo de 95 dias.

- Os valores recomendados de coeficiente da cultura do meloeiro cultivado em ambiente protegido no município de Maringá - PR são: estágio inicial 0,87, estágio intermediário 1,15 e estágio final 0,64.

- Em relação às recomendações da FAO, observaram-se menores durações dos estádios fenológicos e maiores valores de coeficiente de cultivo, ressaltando a importância da realização de estudos regionais.

CAPÍTULO 2

Produtividade e qualidade do meloeiro fertirrigado por gotejamento em ambiente protegido, com diferentes lâminas de água e doses de silício

Produtividade e qualidade do meloeiro fertirrigado por gotejamento em ambiente protegido, com diferentes lâminas de água e doses de silício

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de lâminas de água e doses de silício na produtividade e qualidade dos frutos do meloeiro híbrido *Sunrise*. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá - PR. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 5 x 3, resultando em 15 tratamentos, com quatro repetições. O primeiro fator consistiu de cinco doses de silício (0 (testemunha), 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e o segundo fator de três lâminas de irrigação (40, 70 e 100% da evapotranspiração da cultura (ET_c)). A parcela experimental foi composta por seis plantas espaçadas 0,5 m entre si, sendo avaliadas as quatro plantas centrais. A fonte utilizada para fornecimento do nutriente foi o AgriSil[®], que contém em sua formulação 98% de SiO₂. Foram avaliadas as características físicas dos frutos como massa média, diâmetro transversal e longitudinal do fruto, diâmetro transversal e longitudinal do lóculo, índice de formato do fruto, índice de formato do lóculo, espessura da polpa e a produtividade. Em relação às características químicas foi determinado o pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e a relação sólidos solúveis e acidez titulável (“ratio”). Os resultados demonstraram que as lâminas de água e as doses de silício aplicadas não influenciaram nas características físicas dos frutos. A lâmina de água referente a 100% da ET_c promoveu maior valor de sólidos solúveis e ratio.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Evapotranspiração da cultura. Fertirrigação. Melão rendilhado. Pós colheita.

Productivity and quality of net melon fertigated by drip irrigation in a greenhouse, with different irrigation depths and silicon doses

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate the effect of water slides and silicon doses on productivity and fruit quality of Sunrise hybrid melon. The experiment was conducted in a protected environment at the Technical Center of Irrigation (CTI), belonging to the State University of Maringá (UEM), Maringá - PR. The experimental design was a randomized block design (DBC) in a 5 x 3 factorial scheme, resulting in 15 treatments, with four replications. The first factor consisted of five doses of silicon (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹) and the second factor of three irrigation slides (40, 70 and 100% of crop evapotranspiration (ET_c)). The experimental plot was composed of six plants spaced 0.5 m apart, being evaluated the four central plants. The source used to supply the nutrient was AgriSil[®], which contains in its formulation 98% of SiO₂. The physical characteristics of the fruits were evaluated as mean mass, transverse and longitudinal diameter of the fruit, transverse and longitudinal diameter of the loci, fruit shape index, locule index, pulp thickness and productivity. The pH, soluble solids content, titratable acidity and soluble solubility ratio and titratable acidity ("ratio") were determined. The results showed that the water slides and the doses of silicon applied did not influence the physical characteristics of the fruits. The water depth of 100% of ET_c promoted a higher solids solids value and ratio.

Keywords: *Cucumis melo* L. Evapotranspiration of the crop. Fertigation. Net melon. Post harvest.

2.1 INTRODUÇÃO

A cultura do melão (*Cucumis melo* L.) é uma olerácea muito apreciada no mundo e, tem assumido importante papel na pauta das exportações brasileiras gerando divisas para o país (IBRAF, 2016; SIQUEIRA et al., 2009). Além do valor econômico as cucurbitáceas, possuem grande importância social, pois o seu cultivo gera um grande número de empregos devido à demanda elevada de mão de obra desde a semeadura até a comercialização (RESENDE et al., 2013).

Os melões do tipo amarelo (*Inodorus*) são os mais cultivados no Brasil, porém nas últimas décadas foi possível verificar aumento na produção de melões rendilhados (*Cantalopensis*) apresentando estes, maior valor comercial (RIZZO & BRAZ, 2004).

Por ser considerado um produto de destaque no mercado, torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias que proporcionem elevada produtividade e frutos com qualidade. Para a obtenção de frutos de qualidade superior, o melão rendilhado requer condições especiais de cultivo, como casa de vegetação, sistema de condução e poda, bem como um manejo adequado de água e nutrientes (MARUYAMA et al., 2000).

O meloeiro não é tolerante à umidade do ar elevada, pois muitas vezes favorece o ataque de doenças comprometendo a produção e qualidade dos frutos para comercialização. Assim, a irrigação por gotejamento, quando comparada com outros sistemas, é a mais indicada, pois permite aplicações frequentes, mantendo o solo com teor de água adequado ao crescimento e desenvolvimento da cultura (BRAGA SOBRINHO et al., 2008).

A disponibilidade de nutrientes no solo também pode ser considerada outro fator decisivo na produção do meloeiro. Um dos elementos minerais que tem despertado interesse por parte dos pesquisadores é o silício devido aos benefícios que este elemento tem proporcionado a algumas culturas agrícolas (CAMARGO, 2016).

Apesar de que poucos estudos relacionados à aplicação de silício em oleráceas são conhecidos, há algumas vantagens como: melhoria na estrutura da planta, redução de ataques de pragas e doenças, redução da transpiração, aumento da taxa fotossintética e consequentemente aumento na produtividade (RODRIGUES et al., 2011).

As contribuições no desenvolvimento das plantas devido à aplicação de silício podem gerar resultados favoráveis não só na produção, como também, na qualidade pós-colheita dos frutos, apresentando modificações em relação ao teor de

sólidos solúveis e acidez titulável de modo a apresentar maior ou menor qualidade comercial (SILVA et al., 2013).

Diante da importância que a cultura tem para a economia nacional, faz-se necessárias informações sobre influencia da aplicação de silício na cultura do melão, tendo este trabalho por objetivo avaliar o efeito de três lâminas de água e de cinco doses de silício na produtividade e qualidade dos frutos do meloeiro híbrido *Sunrise* cultivado em ambiente protegido.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 12 de novembro de 2015 a 19 de fevereiro de 2016, em ambiente protegido no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente ao Departamento de Agronomia (DAG) da Universidade Estadual de Maringá - UEM, situado no município de Maringá - PR (23°25'S e 51°57'O com 542 m de altitude). O clima, classificado segundo Koppen, é do tipo Cfa, mesotérmico, subtropical, com média anual de precipitação de 1500 mm, mantendo temperatura média de 28 a 29° C (CAVIGLIONE et al., 2000).

O ambiente protegido possuía 30 m de comprimento, 6,9 m de largura e 3,5 m de pé direito. A estrutura apresentava-se orientada no sentido norte-sul, com teto em arco, coberta com filme de polietileno de 150 µm de espessura e com tela de sombrite branca nas laterais.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 5 x 3, resultando em 15 tratamentos, com quatro repetições. O primeiro fator consistiu de cinco doses de silício (0 (testemunha), 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e o segundo fator de três lâminas de água (40, 70 e 100% da evapotranspiração da cultura (ETc)). A parcela experimental foi composta por seis plantas espaçadas 0,5 m entre si, sendo avaliadas as quatro plantas centrais.

A classe de solo da área experimental é Nitossolo vermelho distroférico (EMBRAPA, 2013) e sua caracterização química, na profundidade de 0,10 m está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo

| pH CaCl ₂ | pH H ₂ O | M.O (g dm ³) | C (g dm ³) | P (mgdm ³) | K (cmol _c dm ³) | Ca ⁺² (cmol _c dm ³) |
|--|--|---|--|---|---|--|
| 6,4 | 7,20 | 15,55 | 9,02 | 46,77 | 0,30 | 11,99 |
| Mg ⁺² (cmol _c dm ³) | Al ⁺³ (cmol _c dm ³) | H ⁺ Al ⁺³ (cmol _c dm ³) | SB (cmol _c dm ³) | CTC (cmol _c dm ³) | V (%) | |
| 2,50 | 0,00 | 2,54 | 14,80 | 17,34 | 85,35 | |
| Cu (mgdm ³) | Zn (mgdm ³) | Fe (mgdm ³) | Mn (mgdm ³) | Na ⁺ (mgdm ³) | B (mgdm ³) | |
| 18,71 | 20,34 | 68,97 | 94,61 | 32,58 | 0,18 | |

Procedeu-se o revolvimento do solo da área experimental com enxada manual, que possibilitou a construção de 60 canteiros, com dimensão de 3 m de comprimento e 0,5 m de largura cada, que correspondiam às parcelas experimentais.

Utilizou-se o híbrido de melão *Sunrise*, o qual apresenta característica de massa média de 1 kg e teor de sólidos solúveis (° Brix) em torno de 13 a 14. As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno expandido 50 células, contendo substrato comercial, que ficaram alojadas em casa de vegetação até o momento do transplante, quando apresentavam duas a três folhas definitivas.

A necessidade de água da cultura foi quantificada por meio da evapotranspiração da cultura (ETc) medida através de dois lisímetros de lençol freático constante, instalados no centro do ambiente protegido. Os lisímetros foram construídos com caixas de PVC de 310 L de capacidade com 1,05 m de diâmetro e 0,54 m de profundidade. Ao lisímetro foi conectado um dispositivo auxiliar composto de um tubo de PVC de 200 mm de diâmetro, boia do tipo de caixa d' água e sistema de alimentação de água de volume conhecido, conectado por uma tubulação flexível.

No interior dos lisímetros foram transplantadas duas plantas de melão espaçadas em 0,5 m, reproduzindo semelhantemente as condições dos canteiros, de modo que a água extraída pelas plantas foi reposta automaticamente pelo sistema. As leituras e reposições de água no tanque de suprimento foram realizadas todos os dias às sete horas da manhã.

O sistema de irrigação utilizado foi de microirrigação por gotejamento, composto por um reservatório de 500 litros, no qual utilizou uma válvula que permitia a entrada de água no conjunto motobomba SC-30SM instalado de maneira afogado. Na saída da bomba foi instalado um registro de gaveta e conexão para manômetro, possibilitando o controle da pressão. A linha principal do sistema foi constituída por tubos de 32 mm de diâmetro localizado na lateral esquerda do ambiente protegido. Na linha principal foram instaladas nove linhas de derivação de 32 mm de diâmetro. Em cada linha de derivação foram instaladas sete linhas laterais de irrigação (parcelas experimentais), compostas por tubos de polietileno de alta densidade de 16 mm de diâmetro com 12 gotejadores autocompensantes espaçados a 0,25 m, com vazão de 8 L h^{-1} quando operado a uma pressão de 15 mca (Figura 1). Para o controle de irrigação foi instalado no início de cada linha lateral um registro de linha de gotejo.



Figura 1. Sistema de microirrigação por gotejamento instalado na área experimental.

A uniformidade de distribuição de água, pelo sistema de irrigação, foi avaliada antes do transplântio das mudas. Para tanto, foram determinadas as vazões de todos os gotejadores de cinco linhas laterais ao acaso em cada bloco, correspondendo a 20 unidades experimentais. As vazões dos gotejadores foram medidas a uma pressão de operação de 15 mca, utilizada posteriormente, nos procedimentos de irrigação e fertirrigação, com um tempo de coleta do volume de água de um minuto. O valor médio de vazão dos emissores foi de $1,28 \text{ mm min}^{-1}$.

As plantas foram conduzidas verticalmente, em haste única, com tutoramento feito através de fitilhos plásticos até 1,90 m de altura, quando se realizou a retirada do ápice da planta. A partir da emissão das flores foi realizada a polinização manual, que consiste em esfregar o pólen das flores machos no estigma das flores fêmeas. Quando verificado o “pegamento” dos frutos foi realizado o desbaste deixando apenas um fruto por planta.

A fertirrigação com silício foi realizada de forma parcelada, consistindo em quatro aplicações durante o período de cultivo. A fonte utilizada para fornecimento do nutriente foi o AgriSil[®], que contém em sua formulação 98% de SiO_2 . A solução de fertirrigação foi aplicada utilizando um sistema portátil pressurizado (Figura 2). Esse sistema era composto por um compressor de ar, um reservatório com capacidade de cinco litros e possuía uma entrada na qual era adicionada a solução de fertilizante e também utilizada na injeção de ar comprimido no reservatório. Havia uma saída com seis microtubos de polietileno, onde na extremidade de cada microtubo foi alocado um gotejador autocompensante. Além disso, foram instalados dois

manômetros, um para registrar a pressão no interior do reservatório e o outro no tubo que alimentava um dos gotejadores.



Figura 2. Sistema portátil pressurizado utilizado para a fertirrigação.

O controle de pragas foi realizado de acordo com a necessidade da cultura, sendo aplicado inseticidas visando o controle de trips (*Thrips tabaci*) e Mosca-branca (*Bemisia tabaci* raça B) seguindo as recomendações para a cultura.

O ponto de colheita foi definido pela mudança de coloração do fruto e/ou pela formação da zona de abscisão do fruto.

Após a colheita dos frutos, estes foram encaminhados para laboratório, nos quais foram mensuradas: a massa média dos frutos (g), diâmetro transversal dos frutos (cm) e diâmetro longitudinal dos frutos (cm). Em seguida, os frutos foram cortados ao meio e foi determinado o diâmetro transversal do lóculo (cm), diâmetro longitudinal do lóculo (cm) e a espessura da polpa (cm) com o auxílio de paquímetro digital.

Uma amostra representativa de cada fruto foi armazenada em refrigerador para posterior análise do teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), acidez titulável (% ác. cítrico) e pH.

O teor de sólidos solúveis e pH foram determinados por leitura direta no extrato do suco, com auxílio de um refratômetro e peagâmetro digital, respectivamente. Para determinação da acidez titulável (AT), foi pipetada uma alíquota de 20 mL de extrato do suco

e acrescentado 30 mL de água e três gotas do indicador fenolftaleína alcoólica a 1%. Foi realizada então a titulação com hidróxido de sódio a 0,1 N até o ponto de viragem, conforme metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Foi determinado o índice de formato do fruto, por meio da relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal do fruto e o índice de formato do lóculo obtido por meio da relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal do lóculo. Por fim, foi estimada a produtividade (kg m^{-2}) com os valores de massa média fresca dos frutos.

Após tabulados, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), posteriormente procedeu-se análise de regressão para o fator dose e o teste de Tukey para o fator lâmina, ambos ao nível de 5% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software SISVAR, versão 5.4 (FERREIRA, 2014).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Condições ambientais

Os dados de temperatura e da umidade relativa do ar ao longo do período experimental, no interior do ambiente protegido estão apresentados na Figura 3.

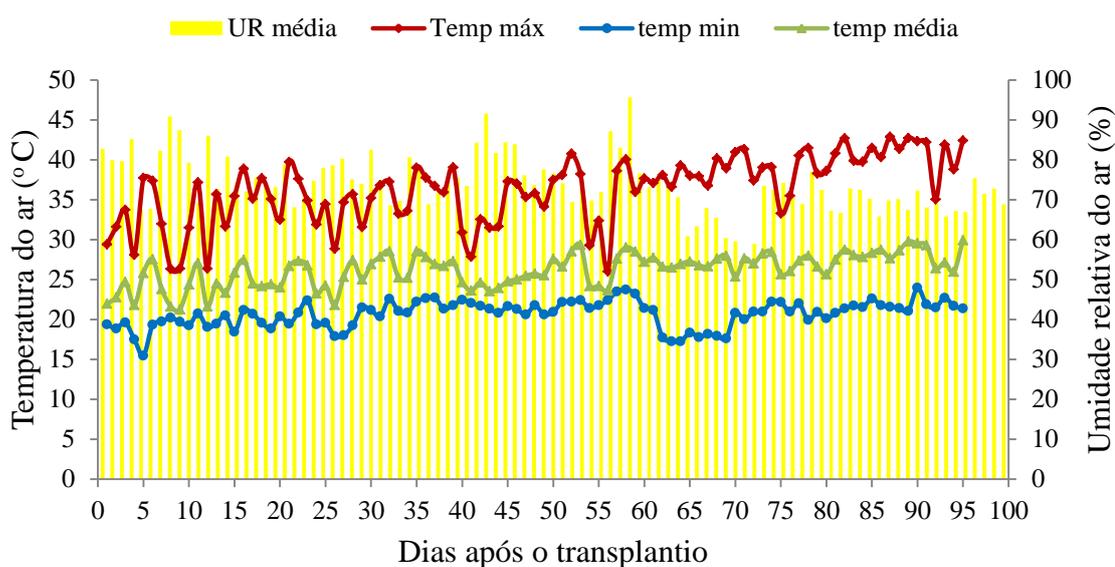


Figura 3. Temperatura média, mínima e máxima do ar e umidade relativa média do ar durante o período experimental, Maringá - PR.

A variação média da temperatura do ar no interior do ambiente protegido manteve-se dentro dos limites críticos da cultura do melão praticamente todo o ciclo. Segundo Brandão Filho & Callegari (1999); Silva (2000) e Ancelotti & Costa (2010) o crescimento vegetativo do meloeiro é prejudicado por temperaturas do ar inferiores a 13° C e superiores a 40° C, sendo a faixa de 25 a 32° C considerada como ótima para o seu desenvolvimento vegetativo.

A umidade relativa média do ar variou de 60 a 95% durante o período experimental (Figura 3) mantendo-se alguns períodos acima do recomendado para a cultura do melão, que é de 65 a 75% (BRANDÃO FILHO & CALLEGARI, 1999).

2.3.2 Parâmetros físicos

A análise de variância dos parâmetros físicos (massa média dos frutos, diâmetro transversal e longitudinal do fruto e do lóculo, índice do formato do fruto e do lóculo,

espessura da polpa e produtividade) está apresentada na Tabela 2. Verifica-se que não houve interação entre os fatores dose e lâmina, bem como, quando analisados isoladamente os fatores não apresentaram significância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade para todas as variáveis estudadas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os resultados de massa média de frutos (MMF), diâmetro transversal do fruto (DTF) diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do lóculo (DTL), diâmetro longitudinal do lóculo (DLL), espessura da polpa (EP), índice de formato do fruto (IFF), índice formato do lóculo (IFL) e produtividade (PROD), Maringá - PR

| Fonte de variação | GL | Pr>Fc | | | | |
|-------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | MMF (g) | DTF (cm) | DLF (cm) | DTL (cm) | DLL (cm) |
| Lâmina (A) | 2 | 0,5708 ^{NS} | 0,3670 ^{NS} | 0,1703 ^{NS} | 0,1976 ^{NS} | 0,0649 ^{NS} |
| Doses (B) | 4 | 0,8215 ^{NS} | 0,2542 ^{NS} | 0,5879 ^{NS} | 0,3727 ^{NS} | 0,7781 ^{NS} |
| A*B | 8 | 0,3933 ^{NS} | 0,7820 ^{NS} | 0,2748 ^{NS} | 0,3512 ^{NS} | 0,7045 ^{NS} |
| Bloco | 3 | 0,6907 ^{NS} | 0,2294 ^{NS} | 0,2973 ^{NS} | 0,4820 ^{NS} | 0,6214 ^{NS} |
| CV (%) | | 15,24 | 7,05 | 6,18 | 9,78 | 9,16 |

| Fonte de variação | GL | Pr>Fc | | | |
|-------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| | | EP (cm) | IFF | IFL | PROD (kg m ⁻²) |
| Lâmina (A) | 2 | 0,8530 ^{NS} | 0,3444 ^{NS} | 0,3190 ^{NS} | 0,5785 ^{NS} |
| Doses (B) | 4 | 0,2529 ^{NS} | 0,3591 ^{NS} | 0,2674 ^{NS} | 0,8221 ^{NS} |
| A*B | 8 | 0,9243 ^{NS} | 0,2924 ^{NS} | 0,0765 ^{NS} | 0,3974 ^{NS} |
| Bloco | 3 | 0,9192 ^{NS} | 0,3224 ^{NS} | 0,3988 ^{NS} | 0,6919 ^{NS} |
| CV (%) | | 16,51 | 7,01 | 7,39 | 15,25 |

NS - não significativo ao nível de 5%; GL- graus de liberdade; CV - coeficiente de variação.

O valor de massa média dos frutos do meloeiro encontrados no presente experimento foi de 1,243 kg, semelhante ao observado por Dalastra et al. (2016), que obteve valor de massa média dos frutos do melão rendilhado de 1,182 kg, cultivado em ambiente protegido na região oeste do Paraná.

Charlo et al. (2009), ao avaliar o desempenho de diferentes cultivares de melão rendilhado, com dois ou três frutos por planta em ambiente protegido, observaram que a massa de frutos variou de 1,08 a 1,31 kg.

Com relação à comercialização do melão, verifica-se que os frutos maiores (1,0 a 2,0 kg) são mais valorizados pelo mercado interno, por sua vez, o mercado de exportações apresenta interesse por frutos menores (0,5 a 1,0 kg) (DUSI, 1992).

Foram observados valores médios de diâmetro transversal do fruto (DTF) de 13,10 cm e diâmetro longitudinal do fruto (DLF) de 12,82 cm. Sendo esses valores superiores aos

encontrados por Rizzo & Braz (2001) ao avaliar as características do melão *Sunrise* cultivado em casa de vegetação. O DTF e DLF são indicadores importantes na sua seleção para o mercado de frutas frescas, pois expressam o tamanho do fruto e a interação dessas duas variáveis indicam o formato do fruto (CHARLO et al., 2011).

As variáveis diâmetro transversal do lóculo e diâmetro longitudinal do lóculo apresentaram valores médios de 5,94 e 7,97 cm, respectivamente. Rizzo & Braz (2004) ao estudar o desempenho de linhagens de melão rendilhado em casa de vegetação observaram que diâmetro transversal do lóculo variou de 5,0 a 6,6 cm e diâmetro longitudinal do lóculo de 5,8 a 7,9 cm.

Charlo et al. (2009) afirmam que o DTL e DLL são características definidas geneticamente e pouco influenciadas pelo ambiente, porém é de extrema importância em trabalhos de desenvolvimento de melão rendilhado, pois quanto menor o diâmetro do lóculo maior será o rendimento de polpa e a resistência do fruto ao manuseio e transporte. Os frutos do meloeiro que possuem cavidade menor são mais apresentáveis visualmente e mais aceitos por parte dos consumidores.

Quanto à característica espessura da polpa o valor médio observado foi de 3,04 cm, sendo maior que o encontrado por Cavalcanti et al. (2015) ao avaliar a espessura da polpa do meloeiro mandacaru cultivado em ambiente protegido sob diferentes lâminas de irrigação, cuja a espessura máxima da polpa foi de 1,83 cm.

A maior espessura da polpa é desejável, pois indica maior parte comestível e incremento na massa dos frutos, melhorando assim sua qualidade.

Resultados obtidos por Dalastra et al. (2016), corroboram com os valores obtidos no presente estudo, sabendo-se que ao comparar o desempenho de três tipos de melão, observou-se que a espessura média da polpa do melão rendilhado cultivado em ambiente protegido foi de 3,49 cm. Esta característica, em conjunto com o diâmetro transversal do lóculo e diâmetro longitudinal do lóculo, permite estimar o rendimento do fruto.

De acordo com Lopes (1982), os frutos são classificados conforme seu índice de formato, no qual frutos com IFF= 1 possuem formato esférico e IFF= 1,1 a 1,7 possuem formato oblongos. Logo, pode-se inferir que frutos com IFF menor que 1 tendem a apresentar formato mais achatado.

O índice de formato dos frutos foi 0,98 podendo ser classificados com formato esférico, ou seja, com diâmetro longitudinal do fruto e diâmetro transversal do fruto semelhantes entre si, sendo a razão entre eles próxima a 1.

Pádua (2001), afirma que todos os formatos são aceitos pelo mercado, porém os frutos que apresentam formato esférico são os mais adequados no arranjo em embalagens e no transporte. Frutos com grandes dimensões, de formato comprido geralmente ocupam maior espaço dificultando o acondicionamento nas embalagens.

O índice de formato do lóculo (IFL) foi de 1,34 corroborando com os valores encontrados por Melo et al. (2012) e Charlo et al. (2011) no qual o IFL dos frutos de melão rendilhado variaram de 1,33 a 1,36 e 1,12 a 1,53, respectivamente.

A produtividade encontrada no presente trabalho foi 2,48 kg m⁻² próxima ao valor encontrado por Dalastra et al. (2016) que foi 2,80 kg m⁻² para o melão rendilhado. Vargas et al. (2008), avaliando o desempenho de cultivares de melão rendilhado em função do sistema de cultivo, obteve produtividade de 2,44 kg m⁻².

Soares (2001) ao avaliar os efeitos de três lâminas de irrigação e de quatro doses de potássio via fertirrigação no meloeiro em ambiente protegido obteve uma produtividade total máxima de 2,97 kg m⁻². Charlo et al. (2011) avaliando híbridos de melão rendilhado em dois sistemas de cultivo, verificaram produtividade média de frutos de 3,82 a 4,45 kg m⁻².

Nota-se que existe uma variação de produtividade nos trabalhos de pesquisa para os diferentes tipos de melão. Este fato pode estar relacionado ao ambiente, ao material genético utilizado e ao manejo efetuado na cultura.

2.3.3 Parâmetros qualitativos

A análise de variância dos parâmetros de qualidade estudados está apresentada na Tabela 3. Foi verificada interação entre os fatores lâmina e dose para o teor de sólidos solúveis, acidez titulável e índice de maturação. O fator lâmina quando estudado isoladamente apresentou efeito para o teor de sólidos solúveis e índice de maturação. Não houve diferença significativa para o fator lâmina, fator dose e nem na interação dos fatores para a variável pH, pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para os resultados de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e índice de maturação (RATIO), Maringá - PR

| Fonte de variação | GL | Pr>Fc | | | |
|-------------------|----|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | | pH | SS (° Brix) | AT (% ác. cítrico) | RATIO |
| Lâmina (A) | 2 | 0,5908 ^{NS} | 0,0008* | 0,1391 ^{NS} | 0,0163* |
| Doses (B) | 4 | 0,1518 ^{NS} | 0,6289 ^{NS} | 0,1173 ^{NS} | 0,2813 ^{NS} |
| A*B | 8 | 0,1581 ^{NS} | 0,0115* | 0,0012* | 0,0051* |
| Bloco | 3 | 0,0490* | 0,0604 ^{NS} | 0,1006 ^{NS} | 0,7170 ^{NS} |
| CV (%) | | 3,46 | 12,20 | 13,40 | 17,72 |

*- significativo ao nível de 5%; NS - não significativo ao nível de 5%; GL - graus de liberdade; CV - coeficiente de variação.

O valor médio de pH do extrato da polpa dos frutos foi 6,26. Resultado semelhante foi observado por Araújo et al. (2010), com frutos de melão cultivar Bônus n° 2 cultivado em ambiente protegido, em que o pH dos frutos não sofreu influência das lâminas de água, atingindo valor médio de 6,74.

A variável sólidos solúveis (SS) apresentou diferença significativa pelo teste F ao nível de 5% para o fator lâmina de água e para interação entre os fatores, enquanto que para o fator isolado de doses de silício não foi verificada diferença (Tabela 3). Como a interação dos fatores foi significativa, isso indica que os fatores lâmina e dose agem de modo dependente sobre o SS do fruto do meloeiro.

A lâmina de água referente a 100% da ETc (L_{100%}) superou e diferiu das lâminas de 70% (L_{70%}) e 40% (L_{40%}) da ETc, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Sólidos Solúveis (SS) em função das lâminas de água, Maringá - PR

| Lâminas de água | Sólidos Solúveis (° Brix) |
|-------------------|---------------------------|
| L _{100%} | 9,8650 a |
| L _{70%} | 8,5300 b |
| L _{40%} | 8,7250 b |

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

Segundo Menezes (2000), os frutos do melão devem apresentar conteúdo médio de sólidos solúveis acima de 9° Brix para estar de acordo com as exigências do mercado internacional. Observando os valores médios apresentados na Tabela 4, verificou-se que somente o tratamento L_{100%} apresentou valor dentro do recomendado.

Os frutos provenientes dos tratamentos que receberam lâminas inferiores a evapotranspiração medida da cultura apresentaram menor teor de sólidos solúveis. Isso possivelmente pode ter sido causado devido à menor disponibilidade hídrica às plantas e, conseqüentemente, diminuindo a intensidade da produção de fotoassimilados (FIGUEIREDO, 2014) tendo reflexos diretos na concentração de açúcares nos frutos.

Soares (2001), ao analisar o efeito de três lâminas de irrigação e de quatro doses de potássio via fertirrigação no meloeiro em ambiente protegido, verificou que para o fator doses de potássio não apresentou diferença significativa, porém para os níveis de irrigação o aumento da quantidade de água promoveu elevação do teor de sólidos solúveis dos frutos.

Figueiredo (2014), ao estudar diferentes lâminas e frequência de irrigação na cultura do melão tipo amarelo em sistema de manejo tutorado, observou que os tratamentos que receberam menor lâmina de irrigação apresentaram frutos com menor teor de sólidos solúveis.

De modo geral, os valores de sólidos solúveis estão associados ao ambiente em que a cultura esta implantada, principalmente em termos de temperatura e irradiância solar, e às práticas de manejo das plantas que alteram a distribuição de assimilados entre fonte e dreno e influenciam a acumulação de açúcar nos frutos do meloeiro (QUEIROGA et al., 2007).

Na Tabela 5, apresenta-se a análise de variância do desdobramento da interação lâmina e dose, para estudar o comportamento das lâminas dentro de cada dose, referente ao teor de sólidos solúveis dos frutos.

Tabela 5. Análise de variância do desdobramento lâmina em cada dose referente ao teor de sólidos solúveis, Maringá - PR

| FV | Doses | GL | SQ | QM | Pr>FC |
|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| Lâmina | 0 | 2 | 29,3450 | 14,6725 | 0,0001* |
| Lâmina | 50 | 2 | 4,0850 | 2,0425 | 0,1954 ^{NS} |
| Lâmina | 100 | 2 | 0,2826 | 0,1408 | 0,8921 ^{NS} |
| Lâmina | 150 | 2 | 3,3866 | 1,6933 | 0,2560 ^{NS} |
| Lâmina | 200 | 2 | 11,8950 | 5,9475 | 0,0119* |
| Resíduo | | 42 | 51,0906 | 1,2164 | |

Verifica-se que há efeito significativo ($p < 0,05$) das lâminas para as doses 0 (testemunha) e 200 kg ha⁻¹ de silício. Para a dose 0 o tratamento L_{100%} apresentou valor médio de 11,20° Brix, superando e diferindo dos tratamento L_{70%} e L_{40%} que não obtiveram diferença entre si.

Para a dose de 200 kg ha⁻¹ de silício o tratamento L_{100%} apresentou valor médio de 9,97° Brix, superando e diferindo do tratamento L_{40%}, com valor médio de 7,57° Brix.

A análise de variância apresentada na Tabela 3 revela mediante o teste F, que houve diferença significativa somente para interação entre os fatores lâmina e doses de silício a 5% de probabilidade na acidez titulável dos frutos do meloeiro.

A Tabela 6, apresenta a análise de variância do desdobramento da interação lâmina e dose, para estudar o comportamento das lâminas dentro de cada dose, referente à acidez titulável dos frutos do meloeiro.

Tabela 6. Análise de variância do desdobramento lâmina em cada dose referente à acidez titulável, Maringá - PR

| FV | Doses | GL | SQ | QM | Pr>FC |
|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| Lâmina | 0 | 2 | 0,0022 | 0,0011 | 0,0010* |
| Lâmina | 50 | 2 | 0,0002 | 0,0001 | 0,4571 ^{NS} |
| Lâmina | 100 | 2 | 0,0025 | 0,0012 | 0,0005* |
| Lâmina | 150 | 2 | 0,0000 | 0,0000 | 0,8334 ^{NS} |
| Lâmina | 200 | 2 | 0,0000 | 0,0000 | 0,7693 ^{NS} |
| Resíduo | | 42 | 0,0059 | 0,0001 | |

É possível observar que há efeito significativo ($p < 0,05$) das lâminas para as doses 0 (testemunha) e 100 kg ha⁻¹ de silício. Para a dose 0 o tratamento L_{100%} apresentou valor médio de 0,101% de ácido cítrico, superando e diferindo dos tratamentos L_{70%} e L_{40%} que apresentaram valor médio de 0,073 e 0,070% de ácido cítrico respectivamente, não diferindo entre si.

Verificou-se que para a dose de 100 kg ha⁻¹ de silício o tratamento L_{40%} apresentou valor médio de 0,113% de ácido cítrico, superando e diferindo de L_{100%} e L_{70%} que apresentaram valor médio de 0,084 e 0,081 respectivamente.

A análise de variância do desdobramento da interação dose e lâmina esta apresentada na Tabela 7, para estudar o comportamento das doses dentro de cada lâmina, referente à acidez titulável dos frutos.

Tabela 7. Análise de variância do desdobramento dose em cada lâmina referente à acidez titulável, Maringá - PR

| FV | Doses | GL | SQ | QM | Pr>FC |
|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| Dose | L _{100%} | 4 | 0,0009 | 0,0002 | 0,1623 ^{NS} |
| Dose | L _{70%} | 4 | 0,0007 | 0,0001 | 0,2781 ^{NS} |
| Dose | L _{40%} | 4 | 0,0039 | 0,0009 | 0,0002* |
| Resíduo | | 42 | 0,0059 | 0,0001 | |

Nota-se efeito significativo das doses somente para o tratamento L_{40%}. Sendo possível verificar na Figura 4 que houve ajuste de regressão quadrática, indicando que é possível estabelecer uma relação funcional entre dose de silício e a acidez titulável dos frutos do meloeiro.

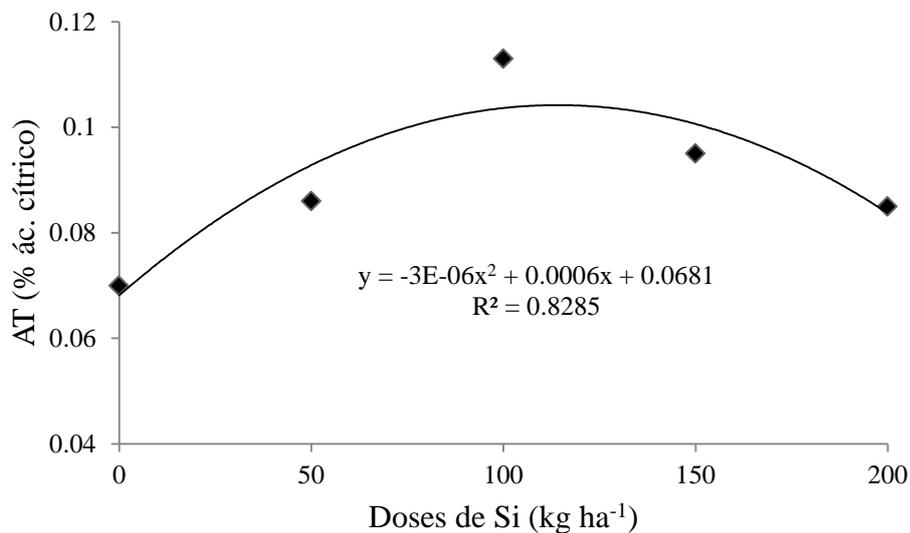


Figura 4. Acidez titulável dos frutos do melão em função de doses de silício para a lâmina referente a 40% da ET_c, Maringá - PR.

Verificou-se que a aplicação de doses de silício nos tratamentos que receberam a reposição de água referente a 40% da evapotranspiração da cultura do melão promoveu a elevação da acidez titulável dos frutos até a dose de 100 kg ha⁻¹ e a partir desta dose passou a sofrer decréscimo.

Silva et al. (2013), ao avaliar a influência do silício na qualidade de frutos do morangueiro, observaram que a aplicação de silício promoveu aumento de 3 a 24% na AT em relação ao tratamento controle.

A média geral encontrada no presente estudo para a acidez titulável é de 0,088%, a qual se apresenta dentro do intervalo proposto por Mendlinger & Pastenak (1992) para melões, no qual a porcentagem de ácido cítrico varia de 0,05 a 35%.

A variação dos valores de acidez entre os tratamentos mostrou pouco significado em função à baixa concentração, contribuindo para a qualidade dos melões, principalmente no aspecto sabor, dando uma boa palatabilidade.

Siqueira et al. (2009), ao estudar a qualidade dos frutos de melão amarelo cultivado em casa de vegetação sob diferentes lâminas de irrigação, observaram valores de AT maiores do que o presente estudo, variando de 0,203 a 0,256%.

Em estudo realizado por Queiroga et al. (2007) com cultivares de melão *Cantalupensis*, Torreon e Fleuron foram observados valores médios de acidez titulável de 0,081 e 0,079 respectivamente.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), a acidez nos frutos tende a decrescer devido à utilização de ácidos orgânicos na atividade respiratória ou na conversão em açúcares, a qual é intensa à medida que segue o crescimento e maturação dos frutos. A maturação dos frutos é expressa mais precisamente quando se obtém o índice de maturação (ratio), o qual relaciona o teor de sólidos solúveis com a acidez titulável (SS/AT).

Conforme exposto na Tabela 3, a ratio apresenta diferença significativa pelo teste F ao nível de 5% somente para o fator lâmina e para a interação dos fatores lâmina e dose, enquanto que para o fator dose não foi observado diferença.

O tratamento L_{100%} superou e diferiu o tratamento L_{40%}, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Índice de maturação (ratio) em função das lâminas de água, Maringá - PR

| Lâminas de água | Ratio |
|------------------------|------------------|
| L _{100%} | 114,91 a |
| L _{70%} | 103,47 ab |
| L _{40%} | 97,39 b |

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

As plantas que receberam a lâmina de água referente a 100% da evapotranspiração da cultura do melão apresentaram frutos com teor de sólidos solúveis elevado e baixa acidez titulável possibilitando sabor mais agradável para a comercialização.

A análise de variância do desdobramento da interação lâmina e dose, para estudar o comportamento das lâminas dentro de cada dose, referente ao ratio está apresentada na Tabela 9.

Tabela 9. Análise de variância do desdobramento lâmina em cada dose referente à ratio, Maringá - PR

| FV | Doses | GL | SQ | QM | Pr>FC |
|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|----------------------|
| Lâmina | 0 | 2 | 1146,9674 | 573,4837 | 0,2010 ^{NS} |
| Lâmina | 50 | 2 | 1207,8578 | 603,9289 | 0,1853 ^{NS} |
| Lâmina | 100 | 2 | 2806,6866 | 1403,3433 | 0,0242* |
| Lâmina | 150 | 2 | 189,3927 | 94,6963 | 0,7622 ^{NS} |
| Lâmina | 200 | 2 | 7009,2840 | 3504,6420 | 0,0003* |
| Resíduo | | 42 | 14609,4590 | 347,8442 | |

É possível observar que há efeito significativo das lâminas para as doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ de silício. Na dose de 100 kg ha⁻¹ de silício o tratamento L_{100%} apresentou valor médio de 113,71 superando e diferindo do tratamento L_{40%} com valor médio de 79,43 de ratio.

Para a dose de 200 kg ha⁻¹ de silício a ratio do tratamento L_{100%} foi de 143,68 o qual superou e diferiu dos tratamentos L_{70%} e L_{40%} que apresentaram valores médios de 97,78 e 88,35 respectivamente.

A análise de variância do desdobramento da interação dose e lâmina esta apresentada na Tabela 10, para estudar o comportamento das doses dentro de cada lâmina, referente à ratio.

Tabela 4. Análise de variância do desdobramento dose em cada lâmina referente à ratio, Maringá - PR

| FV | Lâminas | GL | SQ | QM | Pr>FC |
|-----------|----------------|-----------|------------|-----------|----------------------|
| Dose | L 100% | 4 | 4526,8632 | 1131,7158 | 0,0204* |
| Dose | L 70% | 4 | 841,8068 | 210,4517 | 0,6606 ^{NS} |
| Dose | L40% | 4 | 5654,2287 | 1413,5571 | 0,0070* |
| Resíduo | | 42 | 14609,4590 | 347,8442 | |

Verifica-se efeito significativo das doses para os tratamentos L_{100%} e L_{40%}. Sendo possível ajustar um modelo de regressão quadrática para ambos os tratamentos, conforme apresentado nas Figuras 5 e 6 indicando que é possível estabelecer uma relação funcional entre dose de silício e a ratio.

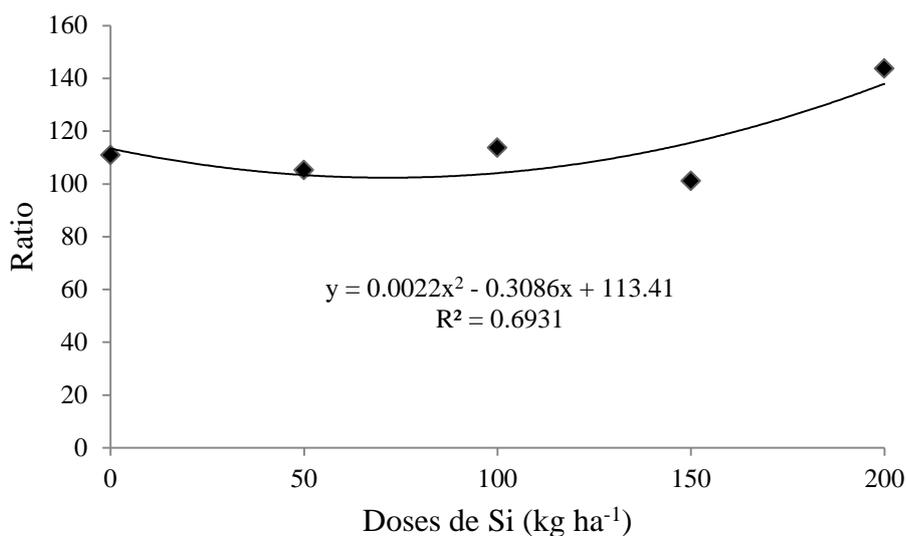


Figura 5. Índice de maturação (ratio) dos frutos do melão em função de doses de silício para a lâmina referente a 100% da ETc, Maringá - PR.

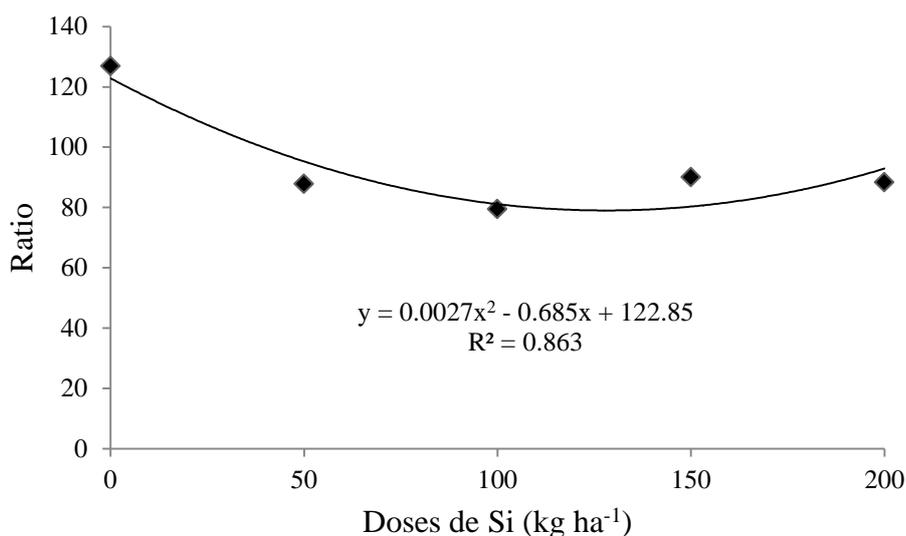


Figura 6. Índice de maturação (ratio) dos frutos do melão em função de doses de silício para a lâmina referente a 40% da ETc, Maringá - PR.

De acordo com Pinto et al. (2001), o índice de maturação é uma relação usada para avaliar tanto o estado de maturação quanto a palatabilidade dos frutos. Analisando o comportamento dessa variável, sob o efeito da dose em cada lâmina de água, observa-se que para o tratamento que recebeu lâmina de água referente a 100% da ETc a dose de 200 kg ha⁻¹ promoveu maior valor de ratio.

Para o tratamento que recebeu lâmina de água referente a 40% da ETc o maior valor de ratio observado foi na dose 0 (testemunha) evidenciando que o silício promoveu

proporcionalmente mais AT que SS. Esses resultados corroboram com Queiroga et al. (2007), que verificaram que ao aplicar doses de nitrogênio em melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido o índice de maturação reduziu com o aumento de doses de nitrogênio.

De acordo com Cruess (1973), o fruto pode ser considerado adequado para o consumo quando a relação SS e AT é superior a 25:1 e quando a acidez é igual ou inferior a 0,5%. O valor médio geral de ratio observado neste estudo foi de 105,26, verificando que a ratio e a acidez titulável dos frutos avaliados se enquadram como adequados para o consumo.

2.4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, dentro das especificidades do experimento, são apresentadas as conclusões a seguir:

- As lâminas de água e doses de silício aplicadas não influenciaram os valores de massa média de frutos, diâmetro transversal e longitudinal do fruto, diâmetro transversal e longitudinal do lóculo, espessura da polpa, índice de formato do fruto, índice formato do lóculo e produtividade.

- A lâmina de água referente a 100% da evapotranspiração medida da cultura do melão promoveu maior valor de sólidos solúveis, apresentando valor recomendado para comercialização.

- A aplicação de doses de silício nos tratamentos que receberam a lâmina de água referente a 40% da evapotranspiração da cultura do melão promoveu a elevação da acidez titulável dos frutos até a dose de 100 kg ha⁻¹. Porém, a variação dos valores de acidez mostrou pouco significado em função à baixa concentração.

- A lâmina de água referente a 100% da evapotranspiração medida da cultura do melão proporcionou maiores valores de ratio. Os valores de ratio e acidez titulável dos frutos se enquadraram como adequados para o consumo.

- Não foi possível verificar a ação isolada das doses de silício aplicadas nas características físicas e químicas do melão.

3 . REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALLEN, R.G.; HOWELL, T.A.; PRUITT, W.O. **Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1991. 444 p.
- ANCELOTTI, F.; COSTA, N.D. **Sistema de produção de melão**. Brasília: Embrapa – Semi Árido, 2010 (circular técnico, 5).
- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; KLAR, A.E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n. 1-2, p. 31-38, 1997.
- ARAÚJO, W. F.; OLIVEIRA, G. A.; CARVALHO, F. K.; SILVA, W. M.; CRUZ, P. L.S.; MACIEL, F.C.S. Manejo da irrigação do meloeiro com base na evaporação do tanque classe A. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, p.495-499, 2010.
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; PIAUILINO, J. O.; SILVA, E. M. Coeficiente da cultura. In: AGUIAR NETTO, A.O.; BASTOS, E.A (Editores Técnicos). **Princípios agrônômicos de irrigação**. Brasília: Embrapa, 2013, 262 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. 8ª edição, Viçosa: Editora UFV, 2006, 625p.
- BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V.; NOGUEIRA, M.C.S. Fertirrigação com água salina e seus efeitos na produção do pepino enxertado cultivado em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p.442-446, 2002.
- BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J.A.; FREITAS, J.A.D.; TERAÓ, D. **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Branco do Nordeste do Brasil, 2008.
- BRANDÃO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. In: OLIVEIRA, V.R.; SEDIYAMA, M.A.N. Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, v.20, n.200-201, p.1266-133, 1999.
- BRANDÃO FILHO, J.U.T. **Enxertia em híbridos de berinjela (*Solanum melongena*), sob cultivo protegido**. 2001. 96 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2001.
- 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.

CAMARGO, M.S. Efeito do silício na tolerância das plantas aos estresses bióticos e abióticos. **International Plant Nutrition Institute**, n.155, 2016.

CARVALHO, H. P.; MELO, B.; ATARASSI, R. T. Desenvolvimento de lisímetros de pesagem na cultura do café. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6 , p. 1750-1760, 2013.

CARVALHO, D.F.; CRUZ, E.S.; SILVA, W.A.; SOUZA, W.J.; SOBRINHO, T.A. Demanda hídrica do milho de cultivo de inverno no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.112-118, 2006.

CAVALCANTI, N. M. S.; DUTRA, A. F.; MELO, A. S.; SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; NUNES JUNIOR, E. S. Aspectos agronômicos do meloeiro ‘mandacaru’ cultivado em ambiente protegido sob irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.20, n.2, p.261-272, 2015.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 22 maio 2016.

CHARLO, H. C.O.; GALATTI, F. S.; BRAZ, L.; BARBOSA, J. C. Híbridos experimentais de melão rendilhado cultivados em solo e substrato. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n.1, p.144-156, 2011.

CHARLO, H.C.O.; CASTOLDI, R.; VARGAS, P.F; BRAZ, L.T. Cultivo de melão rendilhado com dois e três frutos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, p. 251-255, 2009.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª edição. Lavras: Editora UFLA, 2005.

CRUESS, W. V. **Produtos industriais de frutos e hortaliças**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. v. 1, 446 p.

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M.; KLOSOWSKI, E. S.; HACHMANN, T.L. Produção e qualidade de três tipos de melão, variando o número de frutos por planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v.63, n.4, p.523-531, 2016.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. 2ª edição. Rome: FAO, 1977. 179 p. (Irrigation and Drainage Paper, 24)

DUSI, A.N. **Melão para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília DENACOOOP, 1992. 38 p. (Série Publicações Técnicas, 1).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, 353 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical databases**. 2012. Disponível em:<<http://www.fao.org>>. Acesso em: 28 de julho 2016.

FARIA, R.T.; CAMPECHE, F.SM., CHIBANA, E. Y. Construção e qualificação de lisímetros de alta precisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.237-242, 2006.

FERNÁNDEZ, M.D.; BONACHELA, S.; ORGAZ, F.; THOMPSON, R.; LÓPEZ, J. C.; GRANADOS, M.R.; GALLARDO, M.; FERERES, E. Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate. **Irrigation Science**, v.28, p.497-509, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n.2, p. 109-112, 2014.

FIGUEIREDO, R. C. **Lâmina e frequência de irrigação na cultura do melão tutorado no vale do baixo São Francisco**. 2014. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2014.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª edição. Viçosa: Editora UFV, 2012, 421p.

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

GUALBERTO, R.; RESENDE, F. V.; LOSASSO, P. H. L. Produtividade e qualidade do melão rendilhado em ambiente protegido, em função do espaçamento e sistema de condução. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p. 240-243, 2001.

GUEDES, I. M .R. Uso do plástico na agricultura protegida. **Hortaliças em Revista**. Embrapa, n.15, 2015, 18 p.

IBRAF- Instituto Brasileiro de Frutas. **Estatística**. 2016. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exporta%C3%A7%C3%A3o/Comparativo_das_Exporta%C3%A7%C3%B5es_Brasileiras_de_Frutas_frescas_2010-2009.pdf>. Acesso em: 28 julho de 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020 p.

JOLLIET, O. Hortitrans, a model for predicting and optimizing humidity and transpiration in greenhouses. **Journal Agricultural Engineering Research**, n.57, p.23-37, 1994.

JONES, H.G. **Plants and microclimate**. 2ª edição. Cambridge: University Press. 1992. 429p.

KLOSOWSKI, E.S.; LUNARDI, D. M.C.; SANDANIELO, A. Determinação do consumo de água e do coeficiente de cultura da abóbora na região de Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.409-412, 1999.

KORNDORFER, G. H. Elementos Benéficos. In: FERNANDES, M.S (editor). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2006.

KORNDORFER, G.H. Uso do silício na agricultura. Uberlândia, 2015. Disponível em:<<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Efeitos/Efeitos.htm>>. Acesso em: 24 novembro de 2015.

KORNDORFER, G.H., PEREIRA, H.S., NOLA, A. **Análise de silício**: solo, planta e fertilizante. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2004. 34p. (Boletim técnico, 2).

KORNDORFER, G.H.; COLOMBO, C.A.; LEONE, P.L.C. Termofosfato como fonte de silício para a cana-de-açúcar. **Revista STAB**, Piracicaba, v.19, n.1, p.34 -36, 2000.

LESTER, G. Melon (*Cucumis melo* L.) Fruit nutritional quality and health functionality. **HorTech**, v.7, n.3, p.222-7, 1997.

LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M. T. G.; TSAI, S. M. **O silício na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. 7 p. (Encarte técnico. Informações Agronômicas, nº 87).

LOPES, O.D.; KOBAYASHI, M.K.; OLIVEIRA, F.G.; ALVARENGA, I.C.A.; MARTINS, E.R.; CORSATO, C.E. Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e eficiência do uso de água do alecrim-pimenta irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.6, p.548-553, 2011.

LOPES, J. F. Melhoramento genético (chuchu, melancia, melão e pepino). **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 85, p. 61-64, 1982.

MAGGI, M. F.; KLAR, A. E.; JADOSKI, C. J.; ANDRADE, A. R. S. Produção de variedades de alface sob diferentes potenciais de água no solo em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v.11, n.3, p.415-427, 2006.

MAROUELLI, W. A.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, W. L. C.; PINTO, J. M. Irrigação. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. (Org.). **Melão**: produção aspectos técnicos. Brasília: Embrapa, 2003, p. 51-68.

MARTINS, G. Cultivo em ambiente protegido - o desafio da plasticultura. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª edição. Viçosa. Editora UFV, 2012.

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. 175-178, 2000.

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

MENDLINGER S; PASTENAK D. Effect of time, salination of flowering, yield and quality factors in melon, *Cucumis melo* L. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 67, n.4, p. 529-534, 1992.

MENEZES, J. B. FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; MAIA, C.E.; ANDRADE, G.G.; ALMEIDA, J.H.S.; VIANA, F.M.P. Características do melão para exportação. **Frutas do Brasil (10)**, Brasília: Embrapa SPI. 2000. p. 13-22.

MIRANDA, F. R.; SOUZA, F. RIBEIRO, R. S. F. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do estado do Ceará. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 18, n.4, p. 63-70, 1999.

MIRANDA, F.R.; OLIVEIRA, J.J.G.; SOUZA, F. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n.1, p.36-43, 2004.

MONTENEGRO, A.A.T.; BEZERRA, F.M.L.; LIMA, R.N. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do Ceará. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v.24, n.2, p.464-472, 2004.

OLIVEIRA, E.M.; OLIVEIRA, R.A.; SEDIYAMA, G.C.; CECOM, P.R.; DRUMOND, L, C, D. Análise do coeficiente e o desempenho do irrigômetro e a influência dos elementos do clima na estimativa da evapotranspiração. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v.19, n.4, p. 348-360, 2011.

PÁDUA, J.G. **Cultivo protegido de melao rendilhado, em duas épocas de plantio**.2001. 122 p. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 2001.

PEREIRA, A.R., VILLA NOVA, N.A., SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PERES, J.G.; MARCUSSI, L.; SOUZA, C.F.; BRUGNARO, C. Utilização de lisímetro de pesagem para a determinação dos coeficientes de cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) para cultivo em estufa agrícola na região de Araras-SP. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.3, p.475-487, 2013.

PINTO, J. M.; BOTREL, T. A.; MACHADO, E. C.; FEITOSA FILHO, J. C. Aplicação de CO₂ via água de irrigação em relação à produtividade do meloeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.33-38, 2001.

QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M., FONTES, P.C.R.; CECOM, P.R.; FINGER, F.L. Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.4, p. 550-556, 2007.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Sistema de produção de melão. Embrapa semiárido. Sistema de produção, 5. 2010. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melao/SistemaProducaoMelao/socioeconomia.html>>. Acesso em: 19 abril de 2016.

RESENDE, G.M.; BORGES, R.M.E.; GONÇALVES, N.P.S. Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n.3, p.504-508, 2013.

REZENDE, M.K.A. **Evapotranspiração, seus componentes e coeficientes de cultivo simples (Kc) e dual (Ke e Kcb) do milho safrinha para a região de Dourados-MS**. 2016. 77 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

RIZZO, A.A.D.N.; BRAZ, L.T. Características de cultivares de melão rendilhado cultivadas em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.237-240, 2001.

RIZZO, A.A.D.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.

RODRIGUES, F.A.; OLIVEIRA, L.A.; KORNDORFER, A.P.; KORNDORFER, G.H. Silício: Um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações agrônômicas**, n.134, p.14-20, 2011.

SANTOS, D.S.; SILVA, V.A.; KORNDORFER, G.H.; SILVA, J.C. Eficiência de fontes de silício para a cultura do arroz. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.6, n.11, p. 1-10, 2010.

SILVA, H. R.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, R.A.; OLIVEIRA, L. A.; RODRIGUES, A. G.; SOUZA, A. F.; MAENO, P. **Cultivo do meloeiro para o Norte de Minas Gerais**. Brasília: Embrapa hortaliças, 2000, p.46. (Circular técnica, 20).

SILVA, M.L.S.; RESENDE, J.T.V.; TREVIZAM, A. R.; FIGUEIREDO, A, S, T.; SCHWARZ, K. Influência do silício na produção e na qualidade de frutos do morangueiro. **Semina**, Londrina, v.34, n.6, p. 3411-3424, 2013.

SIQUEIRA, W. C.; FARIA, L. A.; LIMA, E.M.C.; REZENDE, F. C.; GOMES, L. A.A.; CUSTÓDIO, T. N. Qualidade de frutos de melão amarelo cultivado em casa de vegetação sob diferentes lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.4, p. 1041-1146, 2009.

SOARES, A.J. **Efeitos de três laminas de irrigação e de quatro doses de potássio via fertirrigação no meloeiro em ambiente protegido**. 2001. 81 p. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

SOUZA, I.F.; SILVA, B. B. Monitoramento do tempo para cômputo da evapotranspiração. In: AGUIAR NETTO, A.O.; BASTOS, E.A (Editores Técnicos). **Princípios agrônômicos de irrigação**. Brasília: Embrapa, 2013.

SOUZA, R.S.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVEZ, A.C.A.; REZENDE, G.S. Dry matter production and macronutrient leaf composition in lettuce under fertigation with nitrogen, potassium and silicone. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.12, p.1166-1171, 2015.

SOUZA, V.F.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; NOGUEIRA, L.C.; COELHO FILHO, M.A.; ARAUJO, A.R. **Manejo da fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa, p. 319-337, 2011.

TEIXEIRA, A.H.C.; LIMA FILHO, J. M.P. Cultivo da Mangueira. Sistema de produção 2, 2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/clima.htm>>. Acesso em 20 de novembro de 2015.

TEMÓTEO, A. S. **Eficiência de utilização de nitrogênio e potássio pelo melão pele de sapo fertirrigado em diferentes lâminas de irrigação**. 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal Rural do semi-árido, Mossoró, 2006.

TRINTINALHA, M.A. **Distribuição espacial e estabilidade temporal do armazenamento de água em um Nitossolo, medido utilizando-se a técnica de tdr.** 2005. 126f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2005.

VALNIR JÚNIOR, M. **Melão tipo exportação sob diferentes lâminas de água e frequência de irrigação.** 2007. 135 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

VALNIR JÚNIOR, M.; LIMA, V.L.A.; GOMES FILHO, R.R.; CARVALHO, C.M.; SOARES, F.A.L.; LIMA, S.C.R.V. Lâminas de irrigação e frequência de aplicação no crescimento do meloeiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.7, n.1, p.42-53, 2013.

VARGAS, P.F.; CASTOLDI, R.; CHARLO, H.C.O.; BRAZ, L.T. 2008. Desempenho de cultivares de melão rendilhado em função do sistema de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n.2, p. 197-201, 2008.

VÁSQUEZ, M.A.; FOLEGATTI, M.V.; DIAS, N.S.; SILVA, C.R. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.137-143, 2005.

VECCHIA, P.T.D., KOCH, P, S. História e perspectivas da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. **Informe Agropecuário**, v.20, n.200/201, p.05– 10, 1999.

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

VIDA, J. B. ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D. J.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.4, p. 355-372, 2004.

ZHANG, Z.; XU, D.; LI, Y.; BAI, M. One-dimensional coupled model of surface water flow and solute transport for basin fertigation. **Journal Irrigation Drainage Engineering**, v.139, n.3, p.181-192, 2013.