**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Fertirrigação em minimelancia (*Citrullus lanatus*) tutorada em ambiente protegido

Carlos César Pereira Nogueira

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração
Irrigação e Drenagem

**Piracicaba
2008**

Carlos César Pereira Nogueira
Engenheiro Agrícola

Fertirrigação em minimelancia (*Citrullus lanatus*) tutorada em ambiente protegido

Orientador:
Prof. Dr. **MARCOS VINÍCIUS FOLEGATTI**

**Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração
Irrigação e Drenagem**

**Piracicaba
2008**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Nogueira, Carlos César Pereira
Fertirrigação em minimelancia (*Citrullus lanatus*) tutorada em ambiente protegido /
Carlos César Pereira Nogueira. - - Piracicaba, 2008.
74 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Ambiente protegido (plantas) 2. Fertirrigação 3. Melancia I. Título

CDD 635.615
N778f

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais, Enéas e Lenir, pela base de minha formação;

À amada companheira Lílisa, que em todos os momentos
incentivou-me e lutou para esse êxito;

Aos filhos; César, Lennara e Lílían, que, por meio de suas
existências, transmitem-me a necessária disposição para luta;

E a todos os meus mestres, aos quais considero co-atores;

Dedico.

Existe uma coisa que uma longa existência me ensinou: toda a nossa ciência, comparada à realidade, é primitiva e inocente; e, portanto, é o que temos de mais valioso.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida e pelas pessoas que, pôs em meu caminho;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pela oportunidade;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pelo suporte concedido para a realização desta tese;

Ao professor Marcos Vinícius Folegatti, pela orientação, apoio, estímulo e confiança para a realização desta tese;

Aos Professores Ênio Farias de França e Silva (UFRPE), José Antônio Frizzzone, Sérgio Nascimento Duarte e Simone da Costa Melo, pelas valiosas sugestões e amizade;

Aos pesquisadores, Dr. Juan S. Delgado Rojas, Dr^a. Valéria A. Modolo, Dr. Rodrigo Máximo Sanches, pela consultoria técnica e amizade;

Aos professores, Durval Dourado Neto, Iran José Oliveira da Silva, Jefferson Mortatti, Klaus Reichardt, Luiz Antônio Martinelli, Marcos Vinícius Folegatti, Osny Oliveira dos Santos Bacchi, Rubens Duarte Coelho, Sérgio Oliveira Moraes e Tarlei Ariel Botrel, pelos valiosos ensinamentos;

Aos Colegas de curso Antoni Welinton, Ceres Almeida, Dalva Paulus, Francisco Valfisio, Pedro Medeiros, Ronaldo Antônio dos Santos, Sérgio Weine Paulino Chaves, Waleska Martins Eloi e Tales Miler Soares, pela valiosa colaboração nos trabalhos de pesquisa;

A todos os colegas do curso de pós-graduação em Irrigação e Drenagem, pelo apoio e convivência fraterna;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, Antônio Agostinho Gozzo, Beatriz Regina Duarte Novaes, Davilmar Aparecida D. Collevatti, Gilmar Batista Grigolon, Helio de Toledo Gomes, Osvaldo Rettore Neto, Sandra Regina T. Silveira Mello, Lino Stênico, Áureo Santana de Oliveira, Luiz Afonso da Costa, Luís Custódio de Camargo, José Geraldo Gomes;

Aos colegas de trabalho, Aderson Soares Andrade Júnior, Braz Henrique Nunes Rodrigues, Carlos Antônio Ferreira de Sousa, Edson Alves Bastos, Flávio Favaro Blanco, Francisco de Assis David da Silva, Francisco José S. Santos, Lúcio Flavo Lopes Vasconcelos, Marcos Emanuel da Costa Veloso, Silvana de Freitas Carvalho, Valdemício Ferreira de Sousa, Valdenir Queiroz Ribeiro e Valdomiro Aurélio Barbosa de Sousa pela valiosa amizade, incentivo e consultoria;

À Takii do Brasil na pessoa da Dr^a. Rosa Chung, pelas importantes informações;

À Agriestufa Industria e Comercio Ltda, na pessoa de Laís Salmistraro, pelas valiosas informações;

Aos meus irmãos, Emerita, José Carlos, Suely, Júlia, Jaime, Pedro e Enéas Filho pela fraterna torcida e apoio.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	14
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Cultura da melancia.....	17
2.2 Cultivo em ambiente protegido	19
2.3 Cultivo sem solo	20
2.4 Evapotranspiração da cultura	22
2.5 Exigências climáticas da melancieira.....	22
2.6 Estimativa dos custos de produção.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	25
3.2 Experimento 1	25
3.2.1 Tratamento e delineamento experimental.....	25
3.2.2 Caracterização do substrato	28
3.2.3 Sistema de condução das plantas.....	29
3.2.4 Manejo da irrigação e eficiência do uso da água.....	29
3.2.5 Monitoramento da solução do substrato.....	31
3.2.6 Monitoramento climático	32
3.2.7 Características avaliadas.....	32
3.3 Experimento 2	33
3.3.1 Tratamentos e delineamento experimental	33
3.3.2 Manejo da irrigação	34
3.3.3 Monitoramento da solução do substrato.....	34
3.3.4 Monitoramento climático	35
3.3.5 Aspectos fenológicos e produtivos da cultura	35
3.3.6 Acúmulo de nutrientes.....	36
3.3.7 Aspectos qualitativos.....	36

3.4 Estimativa dos custos de produção	36
3.5 Análises estatísticas dos dados	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Experimento 1	38
4.1.1 Produção e qualidade de frutos.....	38
4.1.2 Crescimento, consumo e eficiência do uso da água	40
4.2 Experimento 2	44
4.2.1 Parâmetros de produção	44
4.2.1 Análise de crescimento.....	49
4.2.2. Acúmulo de nutrientes.....	51
4.3 Estimativa da viabilidade econômica	63
5 CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS	67

RESUMO

Fertirrigação em minimelancia (*Citrullus lanatus*) tutorada em ambiente protegido

As minimelancias foram desenvolvidas para atender a uma demanda por frutos de menor tamanho, mais fáceis de transportar e mais adequadas ao consumo de pequenas famílias. A produção comercial de melancia sob cultivo protegido no Brasil ainda é incipiente. O cultivo vertical, mesmo que dispendioso em razão da demanda de mão-de-obra, facilita as operações nos tratos culturais e permite ganho em produtividade por meio do aumento da densidade de plantas, além de melhorar a qualidade de frutos. Para esse sistema de produção de melancia, pouco se dispõe de informações técnicas. Foram realizados dois experimentos: o primeiro visando determinar a demanda evapotranspirativa, a eficiência de uso da água e os efeitos de cinco níveis de nitrogênio e cinco níveis de potássio em de três relações N: K, na produção e qualidade de frutos; o segundo experimento teve o objetivo de avaliar os efeitos de três tratamentos de fertilizantes em três sistemas de condução de planta e a obtenção das curvas de acúmulo de massa seca e acúmulo de nutrientes. No primeiro ciclo observou-se uma tendência de a relação 1:2 ser mais produtiva e, também, de as doses próximas às mais baixas produzirem mais. Com relação à demanda evapotranspirativa, o maior consumo diário registrado foi de 1,295 L, enquanto o consumo total médio ao final do ciclo foi de 26,48 L planta⁻¹, com eficiência de uso da água de 21,8 L kg⁻¹, melhor que os resultados mais promissores encontrados na literatura. No segundo ciclo, os sistemas de condução de plantas 1 e 3 foram mais precoces em até 22 dias e o sistema de condução 2 proporcionou maior produtividade e maior acúmulo de massa seca para as três soluções nutritivas. Em ordem decrescente, o acúmulo de nutrientes apresentou respectivamente: K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu. O custo de produção de um ciclo nesse sistema foi de R\$ 17.538,82, sendo 60,47 % o custo da infra-estrutura física. Baseando-se na menor produção prevista, o preço de mercado não deve ser inferior a R\$ 0,77 kg⁻¹ para o produtor cobrir seus custos.

Palavras-chave: Produtividade da água; Cultivo tutorado; Acúmulo de nutrientes

ABSTRACT

Fertirrigation in mini watermelon (*Citrullus lanatus*) supported in protected environment

Mini watermelon was developed to supply demand for smaller fruit size, easier to carry and more appropriate to use by small families, as a result it has high added value. Commercial production of watermelon under protected cultivation is still new in Brazil. Vertical growing is costly due to labour cost; however it facilitates cultural practices and allows higher productivity by increasing density of plants, in addition to improving fruit quality. Technical information for this production system is scarce. Two experiments were carried out, the first one determined evapotranspiration demand, water-use efficiency and effects of five levels of nitrogen and potassium with three relations N:K, as well as production and fruit quality. The second experiment evaluated effects of three fertilizers levels in three plant conduction systems and accumulation curves of dry mass and nutrients were fitted. In the first cycle the ratio 1:2 trended to be more productive and lower dosages had high production. In this cycle the maximum daily water consumption was 1295 L, while average total consumption at the end of cycle was 26.64 L/plant and water-use efficiency was 21.9 L/kg, which is upper than the best results obtained in past studies. In the second cycle, one and three types of plant conduction systems were earlier in up to 22 days, and two type of plant conduction system provided higher productivity and greater accumulation of dry mass for three nutrient solutions. In order of importance the accumulation of nutrients presented respectively: $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu$. Production cost of one cycle in this system was US\$ 11,100.00 with 60.47% of referring to cost of physical infrastructure. Based on lower production predicted, the market price should not be less than US\$ 0.49 kg^{-1} , for cover production costs.

Keywords: Water productivity; Supported cultivation; Accumulation of nutrients

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Detalhe do preparo das doses individuais de N e K para aplicação nos tratamentos do experimento 1 de minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	27
Figura 2 - Detalhe do sistema de aplicação de fertilizantes instalado paralelo ao de irrigação do experimento 1 de minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	27
Figura 3 - Curva de retenção de água do substrato composto por 75% de latossolo vermelho-amarelo mais 25% de vermiculita para o experimento 1 de minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	28
Figura 4 - Detalhe do tutor de frutos utilizados nos dois experimentos de minimelancia ‘Smile’ cultivada e ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	29
Figura 5 - Estrutura para içamento e pesagem do vaso com a planta para o de minimelancia ‘Smile’ cultivada e ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007..	30
Figura 6 - Esquema da condução em espaldeira individualizada para pesagem do vaso de minimelancia ‘Smile’ cultivada e ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	31
Figura 7 - Condutividade elétrica da solução de solo após correção pelo extrato de saturação do experimento 1 de minimelancia ‘Smile’ cultivada e ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	39
Figura 8 - Consumo diário de água e curva de regressão para ajuste da equação de demanda hídrica pela minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	41
Figura 9 - Desenvolvimento da área foliar (AF) e acúmulo de matéria seca (AMS) ao longo do primeiro ciclo experimental da melancieira ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	42
Figura 10 - Temperaturas máxima, média e mínima do ar no interior da casa de vegetação durante o experimento 1 da melancieira ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	43

Figura 11 - Umidade relativa máxima, média e mínima do ar no interior da casa de vegetação durante o experimento 1 da melanciaira ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	43
Figura 12 - Radiação global máxima e média no interior da casa de vegetação durante o experimento 1 da melanciaira ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	44
Figura 13 - Condutividade elétrica média em dS m^{-1} obtidas de amostras extraídas das soluções dos substratos tratados com três soluções nutritivas ao longo do experimento 2 da minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	49
Figura 14 - Área foliar (AF) (cm^2); acúmulo de massa seca (g): total (AMS), no limbo foliar (MSLF), no pecíolo e nervura central (MSPN), na haste (MSHa), no fruto (MSFr) em razão do ciclo produtivo da minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	50
Figura 15 - Acúmulo de nitrogênio total na planta (NPL), nos limbos foliares (NFL), nos frutos (NFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (NP+N) e nas hastes (NHa) da minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	52
Figura 16 - Acúmulo de fósforo nas hastes (PHa), nos pecíolos com nervuras centrais das folhas (PP+N), nos limbos das foliares (PLF), nos frutos (PFr) e total (PPL) da minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	53
Figura 17 - Acúmulo de potássio total na planta (KPL), nos limbos foliares (KFL), nos frutos (KFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (KP+N) e nas hastes (KHa) da minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	54
Figura 18 - Acúmulo de cálcio total na planta (CaPL), nos limbos foliares (CaFL), nos frutos (CaFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (CaP+N) e nas hastes (CaHa) da minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	55

Figura 19 - Acúmulo de magnésio total na planta (MgPL), nos limbos foliares (MgLF), nos frutos (MgFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (MgP+N) e nas hastes (MgHa) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	56
Figura 20 - Acúmulo de enxofre nas hastes (SHa), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (SP+N), nos limbos foliares (SLF), nos frutos (SFr) e total da planta (SPL) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007.....	57
Figura 21 - Acúmulo de boro nas hastes (BHa), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (BP+N), nos limbos foliares (BLF), nos frutos (BFr) e total da planta (BPL) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	58
Figura 22 - Acúmulo de cobre total na planta (CuPL), nos limbos foliares (CuFL), nos frutos (CuFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (CuP+N) e nas hastes (CuHa) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	59
Figura 23 - Acúmulo de ferro total na planta (FePL) eq.53, nos limbos foliares (FeFL) eq.54, nos frutos (FeFr) eq.55, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (FeP+N) eq.56 e nas hastes (FeHa) eq.57 da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007.....	60
Figura 24 - Acúmulo de manganês nas hastes (MnHa), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (MnP+N), nos limbos foliares (MnLF), nos frutos (MNFr) e total da planta (MnPL) da minimelancia 'Smile' em protegido, Piracicaba, SP. 2007	61
Figura 25 - Acúmulo de zinco de manganês total na planta (ZnPL), nos limbos foliares (ZnLF), nos frutos (ZnFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (ZnP+N) e nas hastes (ZnHa) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido. Piracicaba, SP. 2007	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação N : K , níveis de N e K e demais nutrientes aplicados na água de irrigação (experimento1) da cultura de minimelancia ‘Smile’ em ambiente, Piracicaba, SP. 2007	26
Tabela 2 - Composição das soluções nutritivas aplicadas no experimento 2 da cultura de minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	33
Tabela 3 - Produtividade de frutos, teores de açúcares e espessura de casca dos frutos do experimento 1 de minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007	38
Tabela 4 – Produção de frutos, volume de água total consumido no ciclo e eficiência do uso da água, para minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido para cada tratamento, Piracicaba, SP. 2007	40
Tabela 5 - Área foliar em razão dos sistemas de condução e das soluções nutritivas do experimento 2 de minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007.....	45
Tabela 6 - Massa seca das folhas (MSF), massa seca das hastes (MSH), massa seca dos frutos (MSFr) e massa seca total da planta (AMS) em razão dos sistemas de condução e das soluções nutritivas no final do ciclo de cultivo (experimento 2) da minimelancia ‘Smile’ em ambiente, Piracicaba, SP. 2007	45
Tabela 7 - Produção total (PT), produção comercial (PC) de frutos de melancia em razão dos sistemas de condução e das soluções nutritivas (experimento 2) da minimelancia ‘Smile’ em ambiente, Piracicaba, SP. 2007	47
Tabela 8 - Potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e relação ATT/SST dos frutos em razão dos sistemas de condução e das soluções nutritivas (experimento 2) da minimelancia ‘Smile’ em ambiente, Piracicaba, SP. 2007	48
Tabela 9 – Variação das médias diárias de temperatura mínima (Tmin), temperatura média (Tmed), temperatura máxima (Tmax), umidade relativa do ar (UR) e radiação global (RG), medidos na estação meteorológica convencional da ESALQ no período do experimento 2.....	49
Tabela 10 - Custo de produção de 0,5 ha de minimelancia ‘Smile’ cultivado no período de 70 dias em ambiente protegido durante Piracicaba, SP. 2007	64

1 INTRODUÇÃO

Os recursos investidos em tecnologia de produção de alimentos, buscam a sustentabilidade no seu aspecto generalista. Essa sustentabilidade inclui a produção limpa tanto para o consumidor como para o meio ambiente, minimizando o uso dos insumos e o risco de insucesso econômico, possibilitando a utilização da estrutura de produção de forma mais contínua.

O cultivo em ambiente protegido possibilita a prática durante todo o ano, inclusive quando a produção em campo aberto é inviabilizada por condições climáticas, período em que se deve iniciar o cultivo, visando à colheita na entressafra, para obter melhor remuneração da produção. A casa de vegetação protege a cultura da geada, do calor, dos ventos, da radiação e principalmente do ataque de pragas e doenças. A cobertura atua como um redutor da evapotranspiração das culturas, e em algumas culturas o consumo de água por kg de fruta produzido pode ser reduzido à metade (FAO, 2002).

No Brasil ainda não se tem notícia de produção comercial de melancia em cultivo protegido. As cultivares de pequeno porte, também conhecidas como melancia de geladeira ou minimelancia, ainda são produzidas em campo. As variedades Kodama e Sugar Baby, mais comuns, foram comercializados em 2004, na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), aos preços de R\$ 2,00 e R\$ 2,66 por quilo no atacado respectivamente, enquanto o preço médio das demais foi de R\$ 0,57 por quilo. As minimelancias foram desenvolvidas para atender a uma demanda por frutos de menor tamanho, mais fáceis de transportar e mais adequadas ao consumo de pequenas famílias. Pesando entre 1,5 kg e 2,5 kg, um fruto é suficiente para servir a dois adultos ou quatro crianças, enquanto o padrão comercial de frutos de melancias comuns varia de 5 kg a 13 kg (CEAGESP, 2005).

A busca por qualidade e produtividade depende, entre outros fatores, do manejo de adubação correto, que consiste em aplicar os fertilizantes em doses e momento preciso. A fertirrigação é o método mais racional para realizar a fertilização em doses precisas, respeitando o meio ambiente dentro do conceito de agricultura sustentável (LOPEZ et al., 2005). Todavia para se conhecerem essas doses precisas ao longo do ciclo, é imprescindível o conhecimento da curva de crescimento e da marcha de absorção dos nutrientes pela cultura.

Um dos motivos que impede o crescimento do cultivo de minimelancias é a falta de informações técnicas disponíveis para nossas condições climáticas. Informações como a demanda

hídrica, as necessidades nutricionais da cultura e uma avaliação econômica desse sistema de produção seguramente atrairiam os produtores para essa atividade.

Desse modo o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar os efeitos da fertirrigação no desenvolvimento e na produção de minimelancia em ambiente protegido, e como objetivos específicos: quantificar a demanda evapotranspirativa da minimelancia tutorada em ambiente protegido; avaliar sistemas de condução da planta; obter as curvas de acúmulo de massa seca e de acúmulo de nutrientes pela minimelancia em ambiente protegido; estimar o custo de produção da minimelancia em ambiente protegido.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da melancia

A melancia pertence à família *Cucurbitaceae*, subfamília *Cucurbitoideae*, tribo *Benincaseae*, subtribo *Benincasnae*, gênero *Citrullus*, espécie *Citrullus lanatus*, variedade *Citrullus lanatus* var. *lanatus* (BORREGO, 2002).

A melancia é supostamente originária das regiões secas da África tropical, tendo um centro de diversificação secundário no sul da Ásia. A melancia cultivada (*C. lanatus* var. *lanatus*) deriva provavelmente da variedade *C. lanatus* var. *citroides* existente na África Central, onde ocorreu sua domesticação e é cultivada há mais de 5 mil anos. No Egito e no Oriente Médio é produzida há mais de 4 mil anos. A cultura foi introduzida na China no século X. Por volta do século XII, já era cultivada em diversas regiões da Europa. A cultura foi introduzida nas Américas no século XVI (ALMEIDA, 2003).

A melancieira é uma planta herbácea de ciclo vegetativo anual, rasteira ou trepadeira se encontrar um tutor. O desenvolvimento da planta começa com uma brotação principal até completar cinco folhas bem-formadas. Daí em diante, inicia-se as brotações de segunda ordem que nascem nos nós do ramo principal, e desses nascem os ramos de terceira ordem que vão formando a planta (ALONSO, 2000).

Quando cultivada em campo, o sistema radicular é extenso, porém superficial, com predomínio de raízes nos primeiros 60 cm do solo. Os caules rastejantes são angulosos, estriados, pubescentes, com gavinhas ramificadas, que são como pequenos ramos sem folhas, que tem a função de fixar a planta ao solo ou em outras plantas. As folhas da melancia são profundamente lobadas, apresentando de três a nove lóbulos. A espécie é monóica. As flores são solitárias, pequenas, de corola amarela. Permanecem abertas durante menos de um dia e são polinizadas por insetos. As plantas são autocompatíveis e a porcentagem de polinização cruzada é muito variável. O fruto é um pepônio cujo peso varia entre 1 kg e 3 kg nas cultivares do tipo minimelancia, até mais de 25 kg para cultivares comuns (BORREGO, 2002; ALMEIDA, 2003; ALONSO, 2000).

A forma pode ser redonda, oblonga ou alongada, podendo atingir mais de 60 cm de comprimento. O exocarpo é verde, claro ou escuro, de uma tonalidade única, listado ou com manchas. A polpa é normalmente vermelha, podendo ser amarela, laranja, branca ou verde. Os frutos são normalmente consumidos crus, como sobremesa refrescante. Nas regiões áridas da

África, são utilizados como fonte de água desde tempos remotos. As sementes são muito consumidas em diversas regiões da Ásia (Borrego, 2002; Almeida, 2003; e ALONSO, 2000).

É uma cultura de grande importância na China, Turquia, Irã e em outras regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo a Espanha o maior exportador. No Brasil foram cultivados em 2006 cerca de 93.170 ha, com produção de 1.946.912 toneladas. O País possui condições climáticas favoráveis à cultura, desde os estados do Nordeste até o Rio Grande do Sul, o maior produtor brasileiro, que em 2006 produziu aproximadamente 555.135 toneladas. Nessas regiões, o cultivo tradicional é totalmente em campo e conduzido no sistema rasteiro, geralmente utilizando irrigação (IBGE, 2006).

Na CEAGESP, em 2004, foram comercializadas cerca de 90 mil toneladas de melancia, ao preço médio R\$ 0,57 kg⁻¹. Algumas cultivares diferenciadas por suas propriedades qualitativas, como tamanho e sabor, buscam atender a mercados exigentes, com alto poder aquisitivo, que possam remunerar satisfatoriamente o produtor. Para isso, são exigidas, entre outras técnicas, o cultivo em ambiente protegido, com sistemas de condução e podas diferenciados. No Estado de São Paulo, alguns produtores têm-se dedicado ao cultivo de minimelancia tutorada, sendo as variedades Kodama, Sugar Baby e Smile as mais cultivadas.

O preço de venda no atacado foi de R\$ 2,00 kg⁻¹ para a melancia ‘Kodama’ e de R\$ 2,66 kg⁻¹ para a melancia ‘Sugar Baby’ (HORTBRAS, 2007). Na Espanha são cultivados cerca de 6.200 há dessa cultura em sistema protegido, cuja produtividade média atinge 57 t ha⁻¹, sendo a variedade Sugar Baby a mais cultivada. Essa variedade é caracterizada por frutos redondos de cor verde-escura, com peso variando entre 1,0 kg a 2,5 kg, polpa vermelho-escuro e por sua grande precocidade que evidencia a sua alta rentabilidade (AGRIANUAL, 2006).

Os principais problemas que impedem o aumento da produtividade da cultura da melancia em ambiente protegido são: o tutoramento, a polinização, a irrigação e o manejo de ramos (FAO, 2002).

Na literatura, são escassas as informações para o cultivo da melancia em ambiente protegido. As interações que ocorrem entre planta, ambiente e práticas fitotécnicas condicionam respostas fisiológicas e agrônômicas, não só do ponto de vista do rendimento, como também sob as características organolépticas e nutricionais. Essas características são afetadas pelo manejo da água, cobertura do solo, práticas de tutoramento e poda, entre outros (MARTINS et al. 1998). O cultivo vertical, mesmo que dispendioso em razão da demanda de mão-de-obra, permite o

aumento da densidade de plantas, o que é muito vantajoso por possibilitar o ganho de produtividade, além de facilitar as operações nos tratos culturais e, principalmente, melhorar significativamente a qualidade de frutos (FAO, 2002).

Também são raras as informações sobre a prática de tutoramento para a cultura da melancia. Geralmente, são utilizadas malhas plásticas ou fitilhos pendentes onde são enrolados os ramos. Como suportes para os frutos, são utilizadas sacolas de malha, amarradas diretamente na espaldeira. As técnicas de tutoramento praticadas na cultura da melancia no Brasil têm sido apenas uma adaptação do sistema praticado para a cultura do melão.

Seabra Júnior et al. (2003), estudando o melhor posicionamento de frutos de melancia em cultivo tutorado, concluíram que o tutoramento possibilita a obtenção de frutos sem manchas e uniformes, sendo um trato cultural importante para os produtores que buscam qualidade. Quando o objetivo é melhorar a qualidade dos frutos, as plantas devem ser conduzidas com um fruto localizado no ramo principal, entre o 8º e o 11º nó, obtendo frutos maiores e com maior teor de sólidos solúveis totais. Porém, quando o objetivo for aumentar a produção total, recomenda-se deixar dois frutos por planta fixados aos ramos principais, entre o 8º e o 11º nó.

2.2 Cultivo em ambiente protegido

A superfície cultivada tende a reduzir-se como consequência do crescimento das zonas urbanas, da deterioração do solo em razão da salinidade, da erosão e da desertificação. Do ponto de vista preservacionista, não é possível destinar mais áreas ao cultivo em detrimento das florestas. Sabendo-se dessas limitações, o aumento da produção de alimentos só poderá vir como consequência da intensificação da agricultura e incrementando a produtividade (LOPEZ et al., 2005).

Entre as principais vantagens do cultivo em ambiente protegido, citam-se: colheitas na entressafra; aumento de produtividade, sendo para algumas culturas de duas a três vezes maiores que a do cultivo convencional; redução da sazonalidade de produção e regularização do abastecimento; colheitas mais precoces; melhor qualidade dos produtos. Essa atividade propicia o cultivo em locais onde as condições climáticas são limitantes. Para culturas mais exigentes em temperatura, como é o caso da melancia, a utilização de ambientes protegidos elimina a restrição de baixa temperatura, considerando que temperaturas mais altas podem ser obtidas mesmo em épocas ou regiões com temperaturas amenas. (OLIVEIRA et al., 1997; ANDRIOLO, 1999;

BRANDÃO FILHO e CALLEGARI, 1999; MODOLO e COSTA, 2003; CASTILLA, 2005; PURQUERIO e TIVELLI, 2006).

A tendência da agricultura moderna é minimizar os riscos por intermédio da utilização intensiva de tecnologia. Uma das maneiras para atingir esse objetivo é por meio do cultivo protegido. As casas de vegetação protegem a cultura das geadas, dos ventos, das precipitações e, principalmente, do ataque de pragas e doenças. A cobertura atua como um redutor da evapotranspiração das culturas e pode reduzir o consumo de água em até 50 % (FONTES, 1999; FERNANDES, 2002; CASTILLA, 2005).

É possível controlar a temperatura, a umidade, os teores de oxigênio e gás carbônico no ambiente protegido (FAO, 2002). As práticas agrícolas em ambiente protegido propiciam considerável valor agregado, com produção de frutos mais uniformes e livres de danos mecânicos e agrotóxicos. Nesse sistema, a prática da fertirrigação é fundamental para o fornecimento de nutrientes, pois permite uma série de vantagens em relação à adubação convencional, como o fracionamento da aplicação de nutrientes de acordo com a marcha de absorção da cultura, com economia de mão-de-obra e menor perda de nutrientes por lixiviação (ALVARENGA, 1999) e distribuição uniforme dos fertilizantes.

O cultivo protegido surgiu na Europa, com a necessidade de produzirem-se ambientes favoráveis ao desenvolvimento de plantas no inverno. Apenas nos países mediterrâneos, são cultivados anualmente cerca de 135 mil ha em sistema de túnel alto e mais 116 mil ha em sistema de túnel baixo (FAO, 2002). Atualmente, por ser uma técnica de alto custo inicial de implantação, no Brasil é utilizado apenas em sistemas de elevado retorno econômico, como produção de mudas, flores, tomate, pimentão, pepino, melão e alface (SNA, 2000).

A principal desvantagem do cultivo protegido é o custo de implantação do sistema, pois atualmente, segundo o orçamento da empresa AGRIESTUFA, para construir uma estufa de 5.000 m², o preço mínimo de 1,0 m² de estufa sai por R\$ 50,00 e, dependendo do nível de sofisticação, pode ultrapassar R\$ 200,00.

2.3 Cultivo sem solo

Por cultivo sem solo se entende qualquer sistema que não utiliza solo para o desenvolvimento das plantas, podendo-se cultivar em solução nutritiva ou em substrato. As principais vantagens do cultivo sem solo são: obtenção de uma boa relação ar/água na zona

radicular; maior controle da solução nutritiva, com pequena ou nenhuma interação com substrato; produção mais precoce e com maior potencial produtivo. Como desvantagens citam-se: maior especialização do manejo; necessidade de controle dos dejetos de substratos; incremento dos custos em razão da aquisição do substrato (ABREU et al., 2002; GÓMEZ et al., 2002).

No cultivo com substrato, a fibra de coco é uma das mais vantajosas, pois apresenta elevada porcentagem de lignina (35 - 45%) e de celulose (23 % - 43 %), com pequena quantidade de hemicelulose (3 % - 12 %) que é a fração prontamente atacada pelos microorganismos, conferindo-lhe elevada durabilidade (NOGUERA et al., 1998). Dessa maneira, esse substrato tem sido recomendado também para culturas de ciclo longo, como algumas plantas ornamentais e hortaliças, e ainda por vários ciclos.

A cultura da melancia, a exemplo de outras olerícolas, tem na nutrição mineral um dos fatores que contribuem diretamente para a produtividade e qualidade dos frutos. O potássio e o nitrogênio são os elementos mais exigidos e devem ser aplicados de acordo com as exigências de cada cultivar, com a produção esperada, com o estágio de crescimento e com as condições climáticas. A exigência de potássio pela cultura da melancia é superior à do nitrogênio, sendo exigido em maior proporção após a frutificação. O potássio desempenha várias funções bioquímicas e fisiológicas na planta, com destaque para os processos de fotossíntese, transporte e armazenagem de assimilados (MALAVOLTA e CROCOMO, 1982; MARSCHNER, 1995; GRANGEIRO e CECÍLIO FILHO, 2004). Segundo Malavolta (1980), o requerimento de potássio para o ótimo desenvolvimento das plantas é de aproximadamente 20 a 50 g kg⁻¹ de massa seca, variando conforme a espécie, a época e o órgão analisado.

A marcha de absorção de nutrientes fornece informação sobre a exigência nutricional das plantas em seus diferentes estádios fenológicos, sinalizando as épocas mais propícias à adição dos nutrientes. Grangeiro & Cecílio Filho (2004) verificaram para o híbrido ‘Tide’ crescimento inicial lento, intensificando-se a partir dos 30 dias após o transplante (DAT), atingindo, no final do ciclo, acúmulo de massa seca de 1.800 g planta, cuja contribuição da parte vegetativa foi de 31 % e dos frutos, de 69 %. O acúmulo de nutrientes também é pequeno no início do ciclo, não ultrapassando 2 % do total até os 30 DAT. Com a frutificação, há aumento na quantidade de nutrientes acumulados, sendo observadas as maiores demandas de N, Ca e Mg no período de 45 a 60 DAT e de P, K e S no período de 60 a 75 DAT. O acúmulo de nutrientes pela cultura aos 75

DAT é de 139, 13, 155, 25, 17 e 9 kg ha⁻¹, respectivamente, de N, P, K, Ca, Mg e S (GRANGEIRO e CECÍLIO FILHO, 2004).

2.4 Evapotranspiração da cultura

O crescimento e o desenvolvimento socioeconômico da população tendem a aumentar drasticamente a demanda por água e alimento no futuro próximo. A irrigação em todo o mundo consome dois terços de toda a água utilizada, e a sociedade está cobrando o uso mais racional e produtivo desse recurso (HOWELL et al., 1991). Portanto, faz-se necessário o estabelecimento de índices de eficiência de uso da água para propor melhoras na gestão da irrigação, determinar a produtividade da água e preservar o equilíbrio ambiental (LORITE et al., 2004). A eficiência do uso da água (EUA) em irrigação é o parâmetro que relaciona o rendimento total da colheita por unidade de água utilizada. Esse parâmetro para a cultura da melancia cultivada em ambiente protegido, no período do verão, na Espanha, foi de 28,09 L kg⁻¹ (FERNÁNDEZ et al., 2007). Esses autores alertam que essa eficiência pode ser melhorada. Tingwu et al. (2004), na China, estudando o mesmo assunto obtiveram a eficiência de 25,5 L kg⁻¹. Soares et al. (2002), estudando função de resposta da cultura em campo, obtiveram a máxima eficiência de 36,7 L kg⁻¹.

O nível tecnológico empregado, a limitação do volume de vasos, além de fatores ecológicos e econômicos dos cultivos em ambiente protegido, exigem o conhecimento preciso do consumo de água da cultura ao longo do ciclo de cultivo. Os lisímetros são estruturas destinadas a medir, de maneira precisa, eventos de precipitação, evaporação e drenagem (KIRKHAM et al. 1984). Os lisímetros de pesagem são os mais utilizados em pesquisas para mensurar de forma direta a evapotranspiração em períodos menores do que um dia (HOWELL et al., 1985). A lisimetria é a metodologia padrão para a determinação da evapotranspiração (HOWEL et al., 1991). A medição da evapotranspiração da cultura fornece uma informação importante a ser considerada, que é a EUA. O principal objetivo das pesquisas nessa área é conseguir altos valores da EUA, mantendo-se altas produtividades (BUZETTI et al., 1993).

2.5 Exigências climáticas da melancieira

O cultivo protegido é um sistema especializado que visa ao controle do meio edafoclimático, alterando suas condições como: solo, temperatura, radiação solar, vento, umidade

e composição atmosférica (CASTILLA, 2005). Nesse sistema, é possível prolongar o período de colheita, aumentar o rendimento e a qualidade dos frutos.

A radiação solar é o principal fator que limita o rendimento das espécies tanto no campo, como em ambiente protegido. Todavia, a fração difusa da radiação solar em ambiente protegido é maior do que no meio externo por causa do efeito dispersante do plástico, que possibilita que as folhas têm maior eficiência de utilização da radiação, principalmente nas plantas conduzidas no sistema vertical, ou cultivadas em densidade elevada onde uma folha tende a sombrear a outra (CASTILLA, 2005; PURQUERIO e TIVELLI, 2006).

A cobertura plástica promove elevação de 1,2 °C a 4,4 °C de temperatura máxima em relação ao ambiente externo (SCATOLINI, 1996). As temperaturas mínimas do ar tendem a ser iguais ou ligeiramente superiores à observada externamente, sendo afetadas pelo manejo da ventilação das estufas durante o dia, por meio de abertura e fechamento de cortinas laterais (BURIOL et al., 1993).

Segundo FAO (2002), as exigências térmicas da melancia são as seguintes: Na fase de germinação, as médias de 25 °C a 28 °C, com mínimas de 15 a 16 °C e máxima de 40 °C. No crescimento, são necessários de 21 °C a 26°C durante o dia e de 15 °C a 18 °C à noite. As temperaturas inferiores a 17 °C tornam o crescimento bastante lento. Temperaturas muito baixas ou acima dos 40 °C favorecem o desenvolvimento de flores masculinas. Embora não se possa dizer que os níveis altos de umidade prejudiquem a planta, seu nível ideal oscila entre 70 % e 80 % de UR. De outro lado, a melancia exige grande intensidade de luz para alcançar sua capacidade total de fotossíntese, de tal modo que a radiação deve alcançar pelo menos 1,1 cal cm⁻² min, devendo-se sempre evitar situações de sombra. O comprimento do dia não influencia a fisiologia de reprodução da planta, pois dias de 8 horas de luz favorecem o desenvolvimento de flores femininas em relação a dias de 16 horas.

2.6 Estimativa dos custos de produção

O sistema de cultivo em ambiente protegido, além do alto investimento inicial, pressupõe o uso intensivo de tecnologias que podem aumentar o custo de produção. A informação sobre o custo de produção de uma cultura é uma das mais importantes para qualquer atividade produtiva, sendo fundamental para a tomada de decisão dos agricultores. O cálculo do custo pode servir de base para subsidiar uma decisão gerencial de curto prazo, propostas ou implementação de

políticas agrícolas, para medir a sustentabilidade de um empreendimento agrícola no longo prazo, para medir a capacidade de pagamento de uma lavoura, para medir a viabilidade econômica de uma tecnologia alternativa, entre outras (ALVES et al., 2004; FRIZZONE et al., 2005).

No Brasil são poucas as informações disponíveis sobre os custos desse sistema de produção. Na região da Almería, na Espanha, os custos variáveis, sem contar o investimento na estrutura, para a cultura da melancia nesse sistema, foram de R\$ 0,36 enquanto o rendimento foi de 5,76 kg m⁻² (FAO, 2002).

A cultura da minimelancia em ambiente protegido, na Região Sudeste do Brasil, pode ter viabilidade econômica desde que consiga agregar valor ao produto por meio do ganho de qualidade, programar a colheita para o período de entressafra e obter uma produtividade expressiva.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, Piracicaba – SP., localizado a 22°42’30’’ de latitude sul, 47°38’00’’ de longitude oeste e 576 m de altitude. O clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, ou seja, clima tropical úmido, com estiagem no inverno e chuvas no verão, com precipitação pluviométrica anual média de 1.247 mm, temperatura média do mês mais quente de 22 °C e do mais frio de 18 °C, umidade relativa de 74 % e velocidade do vento de 2,2 m s⁻¹ (BEZERRA, 1975 apud BLANCO, 1999).

Os experimentos foram instalados em casa de vegetação com área de 400 m², composta por dois vãos, com estrutura metálica galvanizada, altura na parte central de 4,6 m e pé-direito de 3,0 m, coberta com filme de polietileno transparente de baixa densidade, com aditivo contra raios ultravioleta, espessura de 150 µm. Havia malha termo-refletora instalada à altura do pé-direito. As laterais foram fechadas com tela anti-afídios. A estrutura foi provida de energia elétrica e água tratada.

3.2 Experimento 1

3.2.1 Tratamento e delineamento experimental

Esse experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e a produção do híbrido de minimelancia ‘Smile’, em função da fertirrigação, bem como a sua demanda hídrica e eficiência do uso da água.

Utilizaram-se mudas produzidas em bandejas, transplantadas após a emissão da segunda folha definitiva em 13 de novembro de 2006, 21 dias após a semeadura.

O delineamento experimental foi blocos casualizados com cinco repetições. Aplicaram-se 15 tratamentos compostos por três relações N:K (1:1,6; 1:2; 1:2,4) e cinco níveis de adubação com N e K para cada uma das relações, aplicados na água de irrigação, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Relação N : K , níveis de N e K e demais nutrientes aplicados na água de irrigação (experimento1) da cultura de minimelancia ‘Smile’ em ambiente, Piracicaba, SP. 2007

Tratamento						
Relação	N	P	K	Ca	Mg	S
N : K	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)
T1 – 1:1,6	1,90	0,57	3,04	2,28	0,57	1,70
T2 – 1:1,6	2,38	0,57	3,80	2,28	0,57	2,02
T3 -1:1,6	2,85	0,57	4,56	2,28	0,57	2,33
T4 -1:1,6	3,33	0,57	5,32	2,28	0,57	2,65
T5 -1:1,6	3,80	0,57	6,08	2,28	0,57	2,96
T6 -1:2	1,90	0,57	3,80	2,28	0,57	2,02
T7 -1:2	2,38	0,57	4,75	2,28	0,57	2,41
T8 -1:2	2,85	0,57	5,70	2,28	0,57	2,81
T9 -1:2	3,33	0,57	6,65	2,28	0,57	3,20
T10-1:2	3,80	0,57	7,60	2,28	0,57	3,59
T11 -1:2,4	1,90	0,57	4,56	2,28	0,57	2,33
T12 -1:2,4	2,38	0,57	5,70	2,28	0,57	2,81
T13 -1:2,4	2,85	0,57	6,84	2,28	0,57	3,28
T14 -1:2,4	3,33	0,57	7,98	2,28	0,57	3,75
T15 -1:2,4	3,80	0,57	9,12	2,28	0,57	4,22

Cada parcela foi composta por duas plantas, conduzidas em vasos de 20 L, preenchidos com substrato composto por 75 % de terra proveniente de um solo classificado como latossolo vermelho-amarelo fase arenosa e 25 % de vermiculita textura fina, cujas características físicas e químicas estão descritas no item 3.2.2.

Foram preparadas cinco soluções nutritivas com nitrogênio e outras cinco com potássio, misturadas imediatamente antes da aplicação (Figura 1), aplicadas individualmente por meio de sistema de gotejo paralelo confeccionado com garrafas plásticas, microtubos e estacas de gotejadores para vasos (Figura 2), para aplicar no mesmo ponto do sistema de irrigação.

Figura 1 - Detalhe do preparo das doses individuais de N e K para aplicação nos tratamentos do experimento 1 de minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

Os demais nutrientes foram dissolvidos no reservatório de água e aplicados por meio do sistema de irrigação, também em forma de solução nutritiva. As fontes de macronutrientes utilizadas foram: nitrato de amônio, nitrato de cálcio, sulfato de potássio, fosfato mono potássio, sulfato de magnésio. A fonte de micronutrientes foi o produto comercial contendo: 2% B; 0,8% Cu-EDTA, 5,6 % Fe-EDTA, 0,32 % Mo, 3,2 % Mn-EDTA, 2,0 % Zn-EDTA, aplicados à solução nutritiva na dose de 10 mg L^{-1} . Semanalmente, foram realizadas aplicações foliares com $2,5 \text{ ml L}^{-1}$ do produto comercial Mitsui Mix CaB 10.2 (10 % Ca; 2 % B) em solução de $2,5 \text{ ml L}^{-1}$.

Figura 2 - Detalhe do sistema de aplicação de fertilizantes instalado paralelo ao de irrigação do experimento 1 de minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

3.2.2 Caracterização do substrato

O substrato utilizado apresentava: concentrações de argila, silte e areia de 210,2; 99,6 e 690,2 g k⁻¹, respectivamente, determinadas pelo método de Bouyoucus (1951); a densidade de partículas foi de 2,67 g cm⁻³, determinada pelo método do picnômetro; e a densidade global foi de 1,23 g cm⁻³, determinada pelo método da proveta, ambos recomendados pela EMBRAPA (1997).

A curva característica de retenção de água do substrato foi determinada para as tensões desde o equilíbrio dinâmico até 50 kPa, utilizando-se uma mesa de tensão e câmeras de Richards.

Figura 3 - Curva de retenção de água do substrato composto por 75 % de latossolo vermelho-amarelo mais 25 % de vermiculita para o experimento 1 de minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

A equação ajustada para curva de retenção de água e dada pela eq. (1)

$$U = 300,58x^{-0,1698} \quad R^2 = 0,9135 \quad (1)$$

Em que: U = umidade em base de volume (%) e x = tensão (kPa)

Antes do preparo do substrato foi realizada uma análise química do solo cujo resultado foi: pH (CaCl₂) = 4,7, M.O = 17 g dm⁻³, P = 4 mg dm⁻³, S = 5 mg dm⁻⁴, K = 1,6 mmol_c dm⁻³, Ca = 15 mmol_c dm⁻³, Mg = 7 mmol_c dm⁻³, Al = 2 mmol_c dm⁻³, H+Al = 28 mmol_c dm⁻³, SB = 23,6 mmol_c dm⁻³, T = 51,6 mmol_c dm⁻³; V = 46 %, m = 8 %, B = 0,23 mg. Para corrigir o pH e melhorar os níveis de fósforo e potássio foi realizada uma adubação de plantio com a aplicação de 5 g de cloreto de potássio, 50 g de superfosfato simples e ainda 20 g de calcário dolomítico por vaso.

3.2.3 Sistema de condução das plantas

As plantas foram conduzidas no sistema vertical por fios de algodão, com a eliminação das duas primeiras brotações laterais, deixando-se as demais com três folhas cada uma. A haste principal foi podada à altura do arame (2,0 m) entre o 16° e o 22° internódio. Os frutos se desenvolveram a partir do 8° internódio da haste principal, sendo produzidos entre 1 e 2 frutos por planta. Para sustentação dos frutos, foram utilizados malhas e fitilhos de plástico, conforme Figura 4.

Figura 4 – Detalhe do tutor de frutos utilizados nos dois experimentos de minimelancia ‘Smile’ cultivada e ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

A polinização foi feita de forma manual, colhendo-se a flor masculina, levando-a até a flor feminina onde se realizou a cópula.

O controle fitossanitário resumiu-se a três aplicações de fungicidas à base de oxicleto de cobre.

3.2.4 Manejo da irrigação e eficiência do uso da água

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, com um gotejador por planta, vazão nominal de $2,0 \text{ L h}^{-1}$, do tipo autocompensante, com divisor de vazão para gotejador de vasos, em dois pontos de aplicação por vaso, a fim de obter melhor distribuição da solução. Após a instalação do sistema de irrigação, foi determinada a uniformidade de distribuição de água pelos gotejadores. Empregou-se laminado plástico, opaco e reflexivo, para cobertura da superfície a fim

de evitar perdas de água por evaporação. O potencial mátrico ao longo do ciclo foi mantido na faixa de -6 a -16 kPa, de forma a não causar estresse hídrico. Também durante todo o experimento, tomou-se o cuidado de não permitir drenagem de forma a garantir a precisão das medidas da água evapotranspirada.

A demanda evapotranspirativa foi determinada por meio de lisímetros de pesagem (Figuras 5 e 6), pesando-se um vaso por tratamento, imediatamente antes e imediatamente após a irrigação para a reposição da água evapotranspirada. O consumo de água foi obtido pela diferença entre os pesos dos vasos medidos após a última irrigação e imediatamente antes da próxima irrigação. No final do ciclo, esses dados foram utilizados para construção da curva de demanda hídrica média.

Figura 5 - Estrutura para içamento e pesagem do vaso com a planta para o de minimelancia 'Smile' cultivada e ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

Figura 6 - Esquema da condução em espaldeira individualizada para pesagem do vaso de minimelancia 'Smile' cultivada e ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

De acordo com Doorenbos e Kassam (1988), a eficiência do uso da água pode ser determinada tanto para a produtividade biológica, compreendida pela massa seca total da planta incluindo o fruto, como para a produtividade de frutos. Neste caso, foram determinadas para ambas. A produção média de frutos (kg planta^{-1}) foi relacionada com o consumo de água (L planta^{-1}) ao longo do ciclo, obtendo-se a eficiência do uso da água expresso em L kg^{-1} .

3.2.5 Monitoramento da solução do substrato

A solução do substrato foi monitorada utilizando-se extratores cápsula porosa, em que se aplicou a tensão de 80 kPa por meio de uma bomba de vácuo. As cápsulas foram localizadas a uma profundidade de 15 cm da superfície do substrato. As aplicações do vácuo aos extratores foram realizadas 24 horas após a irrigação.

Os valores de condutividade elétrica medidos na solução retirada a partir dos extratores de cápsula porosa, a diferentes umidades do substrato, foram comparados com os valores obtidos pelo método padrão conforme Silva (2002), isto é, pela medição da condutividade elétrica no extrato da pasta saturada. Para tal, foi realizada uma análise de regressão, sendo corrigidos os valores de leitura de condutividade elétrica da solução em razão da umidade de saturação, por intermédio da eq. (2):

$$C_{\text{estimada scp}} = \frac{C_{\text{scp}} \cdot U_{\text{scp}}}{U_s} \quad (2)$$

Em que:

$C_{\text{estimada scp}}$ = condutividade elétrica no extrato de saturação estimada a partir dos valores medidos na solução do substrato obtidos com extrator de cápsula, sendo corrigida para a umidade da pasta saturada, dS m^{-1} .

C_{scp} = condutividade elétrica na solução do substrato obtida com extrator de cápsula porosa, dS m^{-1} .

U_{scp} = umidade do substrato no momento da retirada da solução pelo extrator de cápsula porosa, g g^{-1} .

U_s = umidade do substrato na pasta saturada, g g^{-1} .

3.2.6 Monitoramento climático

Os elementos meteorológicos no interior do ambiente protegido foram obtidos por um sistema de aquisição de dados, localizado a um terço do comprimento do ambiente protegido, com 1,7 m de altura, sendo obtidas as medidas: radiação solar global, temperatura e umidade relativa do ar.

3.2.7 Características avaliadas

A curva de crescimento da melancia foi determinada cortando-se três plantas em cada estágio de desenvolvimento para a avaliação da área foliar por meio de um medidor LI-3100 (LI-CO, Lincoln, Nebraska). Em seguida, as plantas foram levadas à estufa para determinar o acúmulo de massa seca, seguindo a metodologia de Sarruge e Haag (1974). Os períodos do ciclo da cultura foram: início da floração (21 DAT), enchimento de frutos (34 DAT), início da maturação (47 DAT) e colheita (52 DAT).

Os frutos foram pesados para a obtenção da produção comercial. Os frutos comerciais foram aqueles que apresentaram peso superior a 700 g, e avaliados quanto ao teor de açúcares por refratometria ($^{\circ}\text{Brix}$), utilizando amostras homogeneizadas do suco, retirando-se toda a polpa de uma fatia central do fruto e em seguida passando-se em peneira de plástico para separar o tecido do suco. Determinou-se a espessura de casca na parte central do fruto, aqui a casca é

compreendida desde a parte interna não comestível até o exocarpo, utilizando-se um paquímetro digital.

3.3 Experimento 2

3.3.1 Tratamentos e delineamento experimental

Esse experimento foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos de soluções nutritivas e sistemas de condução das plantas no desenvolvimento e na produção do híbrido de minimelancia ‘Smile’, bem como na qualidade dos frutos.

Utilizaram-se mudas produzidas em bandejas, transplantadas após a emissão da segunda folha definitiva. Por ser período de inverno, isso ocorreu aos 41 dias após a semeadura, em 22 de agosto de 2007.

O delineamento experimental foi em blocos com cinco repetições no esquema fatorial 3 x 3, ou seja, três sistemas de condução de plantas e poda e três soluções nutritivas (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição das soluções nutritivas aplicadas no experimento 2 da cultura de minimelancia ‘Smile’, Piracicaba, SP. 2007

Solução	Fase*	N (mg L ⁻¹)	P (mg L ⁻¹)	K (mg L ⁻¹)	Ca (mg L ⁻¹)	Mg (mg L ⁻¹)	S (mg L ⁻¹)
1	1	110,0	138,0	83,0	101,1	30,4	24,7
	2	111,9	48,0	165,3	79,8	22,4	27,5
	3	137,9	48,0	230,0	79,8	22,4	18,2
	4	137,9	48,0	332,7	79,8	22,4	53,1
2	1	123,1	154,2	92,7	113,3	33,6	27,3
	2	111,9	48,0	178,1	79,8	22,4	31,8
	3	154,6	48,0	230,0	79,8	22,4	18,2
	4	154,6	48,0	373,4	79,8	22,4	66,9
3	1	135,8	170,4	102,1	125,0	36,8	29,9
	2	111,9	48,0	191,0	79,8	22,4	36,2
	3	177,0	48,0	230,0	79,8	22,4	18,2
	4	177,0	48,0	433,8	79,8	22,4	87,5

*1: do transplante até o início do florescimento; 2: do início do florescimento até o início do desenvolvimento dos frutos; 3: do o início do desenvolvimento dos frutos até o início da maturação; 4: do início da maturação até a colheita.

Os três sistemas de condução adotados foram: Condução 1: consistiu na retirada das duas primeiras brotações laterais, deixando-se o crescimento livre das demais brotações, com produção do fruto a partir do 8º internódio do ramo principal; condução 2: consistiu na retirada das duas primeiras brotações laterais, deixando as demais brotações com 3 a 4 folhas até o 10º internódio do ramo principal, e a partir desse internódio os ramos laterais se desenvolveram até a emissão de uma folha após a primeira flor feminina viável, onde os frutos foram desenvolvidos. Depois de caracterizado o estabelecimento do fruto, as demais brotações no ramo principal seguiram com três a quatro folhas até a poda do broto apical do ramo principal; condução 3: consistiu eliminação das duas primeiras brotações laterais, deixando as demais com três folhas, cujo fruto foi obtido no ramo principal entre o 8º e o 16º internódio.

Nos três tratamentos de condução a poda apical foi realizada na altura da espaldeira (2,0 m), entre o 18º e o 22º internódio.

Em todas as soluções nutritivas, foram adicionados 10 mg L⁻¹ do mesmo composto de micronutrientes utilizado no experimento 1.

A polinização foi feita de forma manual, colhendo-se a flor masculina, levando-a até a flor feminina onde se realizou a cópula. Para sustentação dos frutos, foram utilizados malhas e fitilhos de plástico conforme Figura 4.

O controle fitossanitário consistiu de três aplicações de inseticida do grupo cloronicotínico para combater a mosca branca (*Bemisia argentifolii*).

3.3.2 Manejo da irrigação

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, com um gotejador por planta, do tipo autocompensante, vazão nominal de 4,0 L h⁻¹, com divisor de vazão para gotejador de vasos, em dois pontos de aplicação por vaso, a fim de obter melhor distribuição da solução. O manejo da irrigação foi feito com o auxílio de tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade, com o objetivo de manter a umidade do substrato próximo à capacidade de campo.

3.3.3 Monitoramento da solução do substrato

A solução do substrato foi obtida utilizando-se extratores e a condutividade elétrica foi medida diretamente na solução retirada a partir dos extratores, sem a necessidade de correção de

valores por se tratar de substrato estéril, e sempre mantido com umidade próxima a capacidade de campo.

3.3.4 Monitoramento climático

Em razão de problemas ocorridos no sistema de aquisição de dados instalado no interior do ambiente protegido, não foi possível dos dados meteorológicos durante o experimento.

3.3.5 Aspectos fenológicos e produtivos da cultura

Coletaram-se duas plantas pertencentes ao tratamento que combinou a solução nutritiva 2 com a forma de condução 3, descritos anteriormente, em cada fase do desenvolvimento da melancia (26, 36, 43, 52 e 61 dias após o transplante das mudas). Foram determinados as áreas foliares por meio de um medidor LI- 300 (LI-CO, Lincoln Nebraska), a massa seca e os teores nutrientes das hastes, limbos foliares, pecíolos mais nervuras centrais e frutos. Para isso, os materiais vegetais foram secados em estufa a 65 °C até a estabilização da perda de umidade e moídos em moinho tipo Willy. As análises químicas para a determinação dos teores de nutrientes presentes em cada órgão das plantas foram realizadas nos extratos obtidos pela digestão sulfúrica para o nitrogênio, nítrico-perclórica para o fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco e por via seca para o boro (SURREGE e HAAG, 1974).

O nitrogênio foi quantificado pelo método semimicro Kjeldahl, o fósforo e boro por colorimetria, o potássio por fotometria de chama e cálcio, magnésio, enxofre, cobre e manganês, zinco e ferro por espectrofotometria de absorção atômica (SURREGE e HAAG, 1974).

A estimativa das quantidades dos nutrientes acumulados em cada órgão da planta foram obtidas pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa seca do referente órgão para obtenção da marcha de acúmulo de nutrientes.

Os frutos foram colhidos e pesados para a determinação da produção total e comercial (frutos com massa superior a 700 g e sem deformações ou manchas), utilizando-se um paquímetro digital.

3.3.6 Acúmulo de nutrientes

Os resultados das análises químicas são apresentados nos gráficos, para cada um dos nutrientes analisados, contendo as curvas de acúmulos em cada órgão da planta e em toda planta, em razão do desenvolvimento vegetativo (26, 36, 43, 52 e 61 DAT).

3.3.7 Aspectos qualitativos

Seis frutos de cada tratamento foram analisados quanto ao teor de sólidos solúveis totais (°Brix), por refratometria, ao potencial hidrogeniônico (pH) por meio de peagâmetro de bancada e à acidez total titulável pelo processo do potenciômetro (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985), utilizando-se amostras homogeneizadas do suco, retirando-se toda a polpa de uma fatia central do fruto e, em seguida, passando-se em peneira de plástico para separar o tecido do suco.

3.4 Estimativa dos custos de produção

Para a formação dos custos variáveis, foram adotados: a densidade de plantio de 4,0 plantas m², o plantio em solo, as mudas preparadas em bandejas, a polinização manual, o tutoramento de planta em fitilhos (PVC) e o tutoramento dos frutos em malhas plásticas e fitilhos.

A viabilidade econômica do sistema de cultivo em ambiente protegido exige utilização da estrutura de forma ininterrupta. As amortizações dos custos fixos foram anualizados pelo sistema “Price” segundo FRIZZONE et al (2005). Foram tomados como base uma estufa agrícola, com estrutura metálica em arco, área de 5.000 m², vida útil de 20 anos e 8 anos para amortização, ao custo de R\$ 217.192,00 (Anexo A); cobertura em filme de polietileno transparente espessura de 150 µm, com vida útil e amortização em 3 anos, ao custo de R\$ 8.282,40 (Anexo B); fechamento lateral com tela anti-afídios, com vida útil e amortização em 5 anos, ao custo de R\$ 19.325,60 (Anexo C); equipamento de irrigação localizada, com vida útil e amortização em 5 anos, ao custo de R\$ 5.000,00 (Anexo D); sistema de espaldeira, com vida útil de 5 ano, ao custo de R\$ 5000,00 (Anexo E). Depois, as parcelas anuais foram transformadas em custo diários para facilitar a estimativa de custo por ciclo de cultivo. Considerou-se o ciclo de cultivo. de 70 dias após o transplante.

3.5 Análises estatísticas dos dados

Nos dois experimentos, os dados de produção e qualidade de frutos foram analisados a partir de análises de variância, utilizando-se o teste F. Para comparação entre as médias, utilizou-se o teste de Tukey por tratar-se de variáveis qualitativas (relação N:K versus níveis de N e K; e forma de condução das plantas versus soluções nutritivas) (GOMES, 1995)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1

4.1.1 Produção e qualidade de frutos

O ciclo de cultivo desde a data do transplante até a colheita dos frutos variou entre 47 e 55 dias após o transplante (DAT). Essa variação é explicada pela inserção da flor feminina, que ocorreu entre o 8º e o 17º internódio.

Para as relações N:K 1:1,6 e 1:2 os tratamentos mais produtivos foram T2 e T6, foram os responsáveis pelas maiores produções, respectivamente. Os tratamentos T10, T15 e T5, com os mais elevados níveis de N e K, foram os que apresentaram menor produtividade e o tratamento 10 foi o que apresentou maior concentração de açúcares (Tabela 3). A condutividade elétrica média (Figura 7) manteve-se acima da salinidade limiar para a cultura da melancia desde o 35º DAT. Esses resultados mostram que concentrações elevadas de N e K favorecem a qualidade dos frutos em detrimento da produtividade.

Tabela 3 - Produtividade de frutos, teores de açúcares e espessura da casca dos frutos no experimento 1 de minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007
(continua)

Tratamento	Produtividade (g planta ⁻¹)*	°Brix *	Espessura de Casca (mm)*
relação N:K			
T6 -1:2	1324,32 a	11,1 bcd	6,9 bcd
T2 - 1:1,6	1267,38 ab	10,74 d	7,18 bcd
T7 -1:2	1246,88 bc	11,72 bc	6,86 bcd
T3 -1:1,6	1232,76 bcd	11,66 bcd	6,82 bcd
T8 -1:2	1230,64 bcde	11,44 bcd	7,12 bcd
T9 -1:2	1221,94 bcde	11,02 bcd	6,42 bc
T4 -1:1,6	1219,86 bcde	10,92 cd	7,22 bcd
T12 -1:2,4	1201,3 cde	11,38 bcd	7,24 bcd
T1 -1:6	1196,8 cde	11,18 bcd	5,68 a
T13 -1:2,4	1193,8 cde	11,44 bcd	7,28 bcd
T11 -1:2,4	1189,72 de	11,2 bcd	7,54 ab

Tabela 3 - Produtividade de frutos, teores de açúcares e espessura da casca dos frutos no experimento 1 de minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007 (Conclusão)

Tratamento relação N:K	Produtividade (g planta ⁻¹)*	°Brix *	Espessura de Casca (mm)*
T14 -1:2,4	1186,8de	10,82 cd	6,58 bcd
T10-1:2	1175,64 e	11,9 a	7,14 bcd
T15 -1:2,4	1174,02 e	11,42 bcd	7,08 bcd
T5 -1:1,6	1173,78 e	11,06bcd	7,78 d

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Figura 7 - Condutividade elétrica da solução de solo após correção pelo extrato de saturação do experimento 1 de minimelancia ‘Smile’ cultivada e ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

A equação ajustada para a curva de condutividade elétrica (CE) foi dada pela eq. (3):

$$CE = -0,0007x^2 - 0,018x + 2,742, \quad R^2 = 0,9942 \quad (3)$$

Em que: x é o número de dias após o transplante.

4.1.2 Crescimento, consumo e eficiência do uso da água

A produtividade média do experimento foi de 1,216 kg planta⁻¹, sendo o maior consumo diário de água de 1,295 L, enquanto o consumo médio ao final do ciclo foi de 26,48 L planta⁻¹. Quando se faz uma relação entre a produtividade média de frutos com o consumo médio de água por planta obtém-se a eficiência de uso da água (EUA) de 21,8 L kg⁻¹ (volume de água necessário para produzir 1,0 kg de fruto), superando os resultados encontrados na literatura que foram de 28,09 L kg⁻¹ (FERNÁNDEZ et al., 2007) e de 25,5 L kg⁻¹ (TINGWU et al., 2004).

Na tabela 4 são apresentados os valores de produção de frutos, volume de água e EUA para cada lisímetro. A diferença entre a maior e a menor produção foi de 12,1 %, entre o maior e o menor consumo de água foi de 21,1 % e para EUA essa diferença foi de 22,7 %. Como não foi observada uma correlação entre o consumo de água ou mesmo EUA com os níveis de nutrientes, é apresentado na figura 8 a variação média do consumo de água para os quinze lisímetros.

Tabela 4 – Produção de frutos, volume de água total consumido no ciclo e eficiência do uso da água, para minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido para cada tratamento, Piracicaba, SP. 2007

Tratamento	Produção (g)	Volume no ciclo (ml)	EUA (L kg ⁻¹)
T 1	1206	28.248	23,4
T 2	1274	26.233	20,6
T 3	1217	23.237	19,1
T 4	1267	27.652	21,8
T 5	1241	26.893	21,7
T 6	1291	27.598	21,4
T 7	1304	28.066	21,5
T 8	1177	26.122	22,2
T 9	1166	24.218	20,8
T 10	1220	24.711	20,2
T 11	1186	26.871	22,7
T 12	1211	25.869	21,4
T 13	1163	27.060	23,3
T 14	1185	27.274	23,0
T 15	1230	27.208	22,1

Figura 8 - Consumo diário de água e curva de regressão para ajuste da equação de demanda hídrica pela minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

A equação ajustada para a curva de demanda hídrica (DH) eq. 4 é:

$$DH = -0,0402x^3 + 2,5868x^2 - 19,771x + 132,75, \quad R^2 = 0,75 \quad (4)$$

Vários fatores devem ser considerados para explicar a baixa demanda hídrica pela planta: a redução do ciclo de cultivo para 52 dias, quando o fabricante informa que para esse híbrido o ciclo dura 75 dias; características intrínsecas do híbrido cultivado, pois se trata de uma minimelancia provavelmente com demandas de nutrientes inferiores a cultivares de tamanho convencional; elevada CE da solução do substrato causada pelo manejo de água sem lixiviação de sais, aumentando o potencial osmótico, o que pode dificultar a absorção de água pela planta; a reduzida área foliar causada pela condução e poda de ramos; o controle ambiental pela cobertura da superfície do substrato com plástico evitando perdas por evaporação; e o uso de tela termorrefletora para redução da temperatura e alta umidade no ambiente, diminuindo a demanda evapotranspirativa.

O acúmulo de matéria seca (AMS) foi crescente e linear ao longo do ciclo de cultivo (Figura 9), cujo valor máximo obtido foi de 120 g planta⁻¹. Para a área foliar, ajustou-se uma equação de regressão quadrática, sendo que o maior valor dessa característica (5.028,86 cm²) ocorreu aos 42 DAT. Após esse período a área foliar sofreu decréscimo em função da senescência da planta. Ressalta-se que o AMS da melancieira híbrido ‘Smile’ tutorada foi muito inferior ao obtido para o híbrido ‘Tide’ a produzida no campo, cujo valor encontrado foi 1.800 g planta⁻¹ (Grangeiro et al., 2004).

Todavia, esses fatos não caracterizam erro de condução, considerando os fatores comentados anteriormente, considera-se ainda que a poda e condução de ramos possam permitir uma densidade de 4 ou mais plantas m^{-2} , garantindo altas produtividades.

O fabricante especifica que o potencial do híbrido produz frutos com peso entre 2,0 e 3,0 kg; o peso médio de frutos obtido no experimento foi de 1,2 kg, todavia não ainda não foi estabelecido um tamanho padrão para esse tipo de frutos no mercado, espera-se que para a minimelancia seja adotado o mesmo padrão dos melões. Segundo a EMBRAPA (2008), o melão é classificado em função de uma caixa de embalagem padrão, a qual comporta 5 frutos do tipo 5 que pesa em torno de 2,0 kg por fruto; o fruto tipo 10 pesa em torno de 1,0 kg. Os tamanhos de 6 a 10 são os mais cotados para o mercado nacional, os tamanhos de 10 a 12 são preferidos pelo mercado argentino e os tamanhos de 12 a 16 são os mais cotados no mercado europeu.

Figura 9 - Desenvolvimento da área foliar (AF) e acúmulo de matéria seca (AMS) ao longo do primeiro ciclo experimental da melancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas para as curvas de AF eq. 5 e MAS eq. 6 foram:

$$AF = -6,6023x^2 + 561,96x - 6929, \quad R^2 = 1 \quad (5)$$

$$AMS = 3,5515x - 64,652, \quad R^2 = 0,992 \quad (6)$$

Como se pode observar na Figura 6, as ocorrências de temperatura fora dos limites ideais foram pontuais, o que não chegou a prejudicar a cultura.

Figura 10 - Temperaturas máxima, média e mínima do ar no interior da casa de vegetação durante o experimento 1 da melancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

Segundo a FAO (2002), o nível ideal da umidade relativa do ar para a cultura da melancia oscila entre 70 e 80%, a UR mais elevadas podem facilitar o desenvolvimento de doenças. No experimento, mesmo com UR superior à ideal, (Figura 11), não se observaram esses problemas.

Figura 11 - Umidade relativa máxima, média e mínima do ar no interior da casa de vegetação durante o experimento 1 da melancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

De acordo com a FAO (2002), a melancia exige pelo menos 767 w m^{-2} para alcançar sua capacidade total de fotossíntese, a baixa radiação solar no ambiente (Figura 12) pode ter sido mais um importante fator a contribuir para a baixa produtividade e reduzido o tamanho de frutos, visto que o híbrido em estudo é recomendado pelo proprietário da marca para as condições

tropicais brasileiras, onde a radiação solar é bem superior às mínimas preconizadas pela FAO (2002).

Figura 12 - Radiação global máxima e média no interior da casa de vegetação durante o experimento 1 da melancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP, 2007

4.2 Experimento 2

4.2.1 Parâmetros de produção

Para as plantas cultivadas nos sistemas 1 e 3, descritos no item 4.3.1, a duração do ciclo de cultivo variou entre 54 e 64 dias após o transplante das mudas, uma vez que os frutos foram originários das flores que surgiram a partir do oitavo internódio no ramo principal. As plantas cultivadas no sistema de condução 2 tiveram um ciclo de 72 a 76 dias, pois os frutos foram produzidos nos ramos laterais a partir do décimo internódio, o que atrasou a produção.

Houve interação significativa entre as soluções nutritivas e os sistemas de condução das plantas para área foliar (Tabela 4). Em todas as soluções nutritivas, o sistema de condução 2 proporcionou maior área foliar uma vez que, a partir do décimo internódio, as brotações laterais foram podadas após o aparecimento da primeira flor feminina, o que ocorreu entre o quarto e o oitavo internódio. No sistema de condução 1, embora todas as brotações laterais tenham tido crescimento livre, com exceção das duas primeiras que foram eliminadas, o tamanho das folhas foi reduzido, resultando em área foliar inferior ao sistema de condução 2.

Tabela 5 - Área foliar em razão dos sistemas de condução e das soluções nutritivas do experimento 2 de minimelancia 'Smile' em ambiente, Piracicaba, SP. 2007

Sistema de condução	Área foliar (cm ² planta ⁻¹) *		
	Solução nutritiva		
	1	2	3
1	6828,3 Ab	7115,7 Ab	7329,5 Ab
2	10691,2 Aa	10397,6 Aa	10146,4 Aa
3	6562,9 Ab	5791,8 Ac	6224,9 Ab
DMS	1285,5		

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para área foliar corroboram os verificados para massa seca das folhas e massa seca das hastes. A massa seca dos frutos não sofreu influência dos tratamentos (Tabela 5).

Tabela 6 - Massa seca das folhas (MSF), massa seca das hastes (MSH), massa seca dos frutos (MSFr) e massa seca total da planta (AMS) em razão dos sistemas de condução e das soluções nutritivas no final do ciclo de cultivo (experimento 2) da minimelancia 'Smile' em ambiente, Piracicaba, SP. 2007 (continua)

Sistema de condução			
Solução nutritiva			
	1	2	3
Massa seca das folhas (g planta ⁻¹)			
1	31,61 b	29,63 b	32,53 b
2	45,65 a	45,78 a	44,75 a
3	28,64 b	25,17 b	28,87 b
DMS	4,84		
Massa seca das hastes (g planta ⁻¹)			
1	15,80 b	29,63 b	16,68 b
2	28,58 a	45,78 a	28,11 a
3	13,83 b	25,17 b	13,26 b
DMS	4,32		

Tabela 6 - Massa seca das folhas (MSF), massa seca das hastes (MSH), massa seca dos frutos (MSFr) e massa seca total da planta (AMS) em razão dos sistemas de condução e das soluções nutritivas no final do ciclo de cultivo (experimento 2) da minimelancia 'Smile' em ambiente, Piracicaba, SP. 2007 (conclusão)

Sistema de condução	Solução nutritiva		
	1	2	3
Massa seca dos frutos (g planta ⁻¹)			
1	158,37 a	120,31a	139,33a
2	121,70a	112,58a	92,70a
3	103,20a	113,88a	109,71a
DMS	-		
Massa seca total (g planta ⁻¹)			
1	205,8a	166,21a	188,53a
2	195,93a	189,49a	165,50a
3	145,65a	150,30a	151,79a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Nesse experimento o tamanho de frutos produzidos ficou dentro da faixa de variação preconizada pelo fabricante da semente (2,0 a 3,0 kg). Para produção total e comercial, a solução nutritiva 3 foi superior às demais no sistema de condução 1. Para os outros sistemas de condução, não houve diferença significativa entre as soluções. Para as soluções nutritivas 1 e 2, o sistema de condução 2 foi superior aos demais, cujo incremento em produtividade foi em média de 24 % (Tabela 6). Entretanto, o aumento foi pequeno, da ordem de 8,4 %. Para o sistema de condução 1, a solução nutritiva 3 permitiu aumento da produção comercial em relação às soluções nutritivas 1 e 2. Cabe lembrar, no entanto, que esse sistema demanda mais mão-de-obra além de proporcionar um ciclo de produção mais longo em relação aos sistemas de condução 1 e 3.

Tabela 7 - Produção total (PT), produção comercial (PC) de frutos de melancia em razão dos sistemas de condução e das soluções nutritivas (experimento 2) da minimelancia ‘Smile’ em ambiente, Piracicaba, SP. 2007

Sistema de condução	Solução nutritiva		
	1	2	3
Produção total (g planta ⁻¹)			
1	1851,60 Bb	1955,87 Bb	2245,82 Aa
2	2384,68 Aa	2393,47 Aa	2263,68 Aa
3	1988,32 Ab	1919,54 Ab	2109,92 Aa
DMS	226,80		
Produção comercial (g planta ⁻¹)			
1	1806,56 Bb	1955,87 Bb	2245,82 Aa
2	2336,83 Aa	2350,41 Aa	2237,50 Aa
3	1879,97 Ab	1915,44 Ab	2109,92 Aa
DMS	286,61		

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto às características qualitativas dos frutos (Tabela 7), o potencial hidrogeniônico (pH), a acidez total titulável (ATT), os sólidos solúveis totais (SST) e a relação ATT/SST não sofreram influência da forma de condução e tampouco das soluções nutritivas testadas.

Esperava-se, entretanto, que a maior dose de K presente na solução nutritiva 3, proporcionasse melhoria na qualidade da melancia, uma vez que esse elemento apresenta forte associação com a produtividade e com as características qualitativas dos frutos (CECÍLIO FILHO, 2004).

Tabela 8 - Potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e relação ATT/SST dos frutos em função dos sistemas de condução e das soluções nutritivas (experimento 2) da minimelancia ‘Smile’ em ambiente, Piracicaba, SP. 2007

Sistema de condução	Solução nutritiva		
	1	2	3
pH			
1	5,82 Aa	5,73 Aa	5,90 Aa
2	5,53 Aa	5,78 Aa	5,81 Aa
3	5,85 Aa	5,80 Aa	5,90 Aa
Acidez total titulável			
1	0,158 Aa	0,153 Aa	0,151 Aa
2	0,148 Aa	0,144 Aa	0,149 Aa
3	0,157 Aa	0,152 Aa	0,147 Aa
SST			
1	8,89 Aa	9,06 Aa	9,12 Aa
2	9,03 Aa	9,01 Aa	9,19 Aa
3	8,96 Aa	8,66 Aa	8,71 Aa
SST/ATT			
1	56,27 Aa	56,27 Aa	56,27 Aa
2	56,27 Aa	56,27 Aa	56,27 Aa
3	56,27 Aa	56,27 Aa	56,27 Aa

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando-se esses resultados com os resultados do primeiro experimento, observa-se um incremento da produtividade variando de 50 % a 95 %. Esse fato é atribuído a diversos fatores como a área foliar maior no segundo experimento (Tabela 4), e a fertirrigação foi realizada sem deixar concentrar sais, aplicando-se sempre solução suficiente para que ocorresse drenagem, de forma que a condutividade elétrica não excedesse o valor da salinidade limiar, conforme Figura 13. Ressalta-se ainda que o ciclo de cultivo foi mais longo no segundo experimento permitindo às plantas e frutos maior desenvolvimento.

Figura 13 - Condutividade elétrica média em dS m⁻¹ obtidas de amostras extraídas das soluções dos substrato tratados com três soluções nutritivas ao longo do experimental 2 da minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

Como foi comentado anteriormente, não foi possível a obtenção dos dados meteorológicos no interior do ambiente durante o período de execução do experimento 2, os dados foram coletados na estação meteorológica convencional da ESALQ, localizada a cerca de 1080 m de distancia da área experimental.

Tabela 9 – Variação das médias diárias de temperatura mínima (Tmin), temperatura média (Tmed), temperatura máxima (Tmax), umidade relativa do ar (UR) e radiação global (RG), medidos na estação meteorológica convencional da ESALQ no período do experimento 2

Estádio	Tmin (°C)	Tmed (°C)	Tmax (°C)	UR %	RG (cal cm ⁻²)
Formação de mudas	8 a 18	18 a 24	23 a 33	40 a 80	280 a 490
Após o transplante	11 a 21	15 a 26	20 a 36	38 a 100	80 a 650

4.2.1 Análise de crescimento

O desenvolvimento vegetativo das plantas foi lento até o 20º DAT, próximo ao início da floração. A área foliar com taxa de crescimento mais acelerado ocorreu desde o início da polinização (25º DAT) até o início do desenvolvimento do fruto (35º DAT). A partir dessa fase, a planta continuou o desenvolvimento vegetativo de forma muito lenta, pois os fotoassimilados

foram destinados ao desenvolvimento do fruto, coincidindo com a maior taxa de acúmulo de massa seca (Figura 14), fase em que ocorreu a maior taxa de AMS, contribuição quase que exclusiva do fruto. A área foliar foi de 7.159,16 cm².

O acumulado de massa seca total (AMS), apresentado na Figura 14, foi de 167,5 g planta⁻¹, cuja contribuição dos frutos foi de 118,9 g planta⁻¹, equivalente a 71%. O limbo foliar, nervura central mais pecíolo e as hastes contribuíram, respectivamente, com 17,8 %; 3,2 % e 8,1 % da AMS. Esses resultados se assemelham aos obtidos por Grangeiro et al. (2005) e para a melancia cultivada em campo, que obtiveram 74 % da AMS para os frutos e 26 % para a parte vegetativa. Grangeiro e Cecílio Filho (2004) observaram 69 % para os frutos e 31% para a parte vegetativa. Segundo Marschner (1995) quando a planta inicia o processo reprodutivo ocorre maior translocação de carboidratos e outros compostos das folhas para os frutos, como decorrência da predominância da fase reprodutiva sobre a fase vegetativa.

Figura 14 - Área foliar (AF) (cm²); acúmulo de massa seca (g): total (AMS), no limbo foliar (MSLF), no pecíolo e nervura central (MSPN), na haste (MSHa), no fruto (MSFr) em razão do ciclo produtivo da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas para as curvas de área foliar (AF) eq. 7, acúmulo de massa seca total na planta (AMS) eq. 8, no fruto (MSFr) eq. 9, no limbo foliar (MSLF) eq. 10, na haste (MSHa) eq. 11, e no pecíolo com nervura central da folha (MSPN) eq. 12 foram:

$$AF = -3,5482x^2 + 444,12 - 6969,2, \quad R^2 = 0,9706 \quad (7)$$

$$AMS = 0,41x^2 - 4,1867 + 47,4, \quad R^2 = 0,9541 \quad (8)$$

$$MSFr = 0,0564x^2 - 0,3674x - 63,907, \quad R^2 = 0,9682 \quad (9)$$

$$MSLF = 26,142Ln(x) - 77,778, \quad R^2 = 0,741 \quad (10)$$

$$MSHa = -0,0068x^2 + 0,8519x - 13,578, \quad R^2 = 0,763 \quad (11)$$

$$MSPN = 10,994Ln(x) - 31,515, \quad R^2 = 0,7369 \quad (12)$$

4.2.2. Acúmulo de nutrientes

A taxa de acúmulo de nitrogênio (Figura 15) foi lenta até a floração (26 DAT), com 17 mg d⁻¹. Na fase inicial da frutificação, acelerou acentuadamente para 92 mg d⁻¹, desacelerou para 67 mg d⁻¹ até o 43° DAT, voltando a crescer até atingir o pico de 103,82 mg d⁻¹ no final do ciclo.

Até o 42° DAT, o limbo foliar foi o órgão que mais acumulou N, quando foi superado pelo fruto, não coincidindo com o acúmulo de massa seca total da planta, que foi maior do 42° DAT até o final do ciclo. Esse resultado difere do observado por Grangeiro et al. (2005), em que a maior demanda por N ocorreu de 40 a 50 DAT para melancia cv. Mckylee, corroborando a fase de maior acúmulo de massa seca na planta.

O acúmulo de N foi de 3,6 g planta⁻¹, sendo 68,3 % acumulado nos frutos, 17,9 % nas hastes, 8,1 % nos limbos foliares e 5,6 % nos pecíolos com nervuras centrais, GRANGEIRO et al. (2005) também observaram valores semelhantes, em que a parte vegetativa foi responsável por 33 % e os frutos por 67 % do nitrogênio acumulado.

Figura 15 - Acúmulo de nitrogênio total na planta (NPL), nos limbos foliares (NFL), nos frutos (NFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (NP+N) e nas hastes (NHa) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas de acúmulo de nitrogênio na planta (NPL) eq.13, no fruto (NFr) eq.14, nos limbos foliares (NFL) eq.15, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (NP+N) eq.16 e nas hastes (NHa) eq.17 foram:

$$NPL = 0,0011x^2 - 0,0208x + 0,6462 \quad R^2 = 0,9998 \quad (13)$$

$$NFr = 0,0974x - 3,4335 \quad R^2 = 0,9952 \quad (14)$$

$$NFL = 0,0001x^3 - 0,0186x^2 + 0,823x - 10,843 \quad R^2 = 0,9798 \quad (15)$$

$$NP + N = -3e^{-6x^4} + 0,0005x^3 - 0,0322x^2 + 0,8777 - 8,6654 \quad R^2 = 1,0 \quad (16)$$

$$NHa = -6e,0398x - 0,7054 \quad R^2 = 0,9882 \quad (17)$$

O acúmulo de fósforo foi inicialmente lento, com 2,44 mg d⁻¹ no 26° DAT, aumentando até o 52° DAT, quando atingiu um pico de consumo diário de 28 mg d⁻¹, caindo para 20 mg d⁻¹ no final do ciclo. A quantidade acumulada de fósforo na planta (Figura 16) atingiu valor máximo estimado de 0,75 g planta⁻¹ no final do ciclo. O fruto acumulou 74 % do total, resultado semelhante aos de Grangeiro et al. (2005) com os frutos acumulando 82 % do fósforo absorvido pela planta. A parte vegetativa apresentou maior acúmulo até o 40° DAT, estabilizando em seguida.

Figura 16 - Acúmulo de fósforo nas hastes (PHa), nos pecíolos com nervuras centrais das folhas (PN+P), nos limbos das foliares (PLF), nos frutos (PFr) e total (PPL) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas de acúmulo de fósforo total na planta (PPL) eq. 18, nos frutos (PFr) eq. 19, nos limbos foliares (PLF) eq. 20, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (PN+P) eq. 21 e nas hastes (PHa) eq. 22 foram:

$$PPL = 0,0003x^2 - 0,01x + 0,1521 \quad R^2 = 9944 \quad (18)$$

$$PFr = 0,0221x - 0,7801 \quad R^2 = 9937 \quad (19)$$

$$PLF = 8e^{-6x^3} - 0,0011x^2 + 0,0505x - 0,6667 \quad R^2 = 0,9638 \quad (20)$$

$$PP + N = 2e^{-6x^3} - 0,0003x^2 + 0,0154x - 0,2101 \quad R^2 = 0,9997 \quad (21)$$

$$PHa = 7e^{-6x^3} - 0,0009x^2 + 0,0422x - 0,563 \quad R^2 = 0,8925 \quad (22)$$

A taxa de acúmulo de potássio foi de 16,69 mg d⁻¹ até o 26° DAT; entre o 26° DAT e 43° DAT subiu para 94,02 mg d⁻¹, atingindo a taxa máxima de 219,9 mg d⁻¹ entre o 43° e o 52° DAT; no estágio final, a taxa foi de 195,0 mg d⁻¹.

O potássio foi o nutriente mais absorvido pela cultura da melancia, acumulando ao final do ciclo 5,77 g planta⁻¹. Observa-se que a parte aérea acumulou quase todo o K até próximo do 36° DAT. Até essa fase a distribuição desse nutriente nos diversos órgãos da planta foi de 33% nos limbos foliares, 22 % nas nervuras centrais das folhas e pecíolos, 37 % nas hastes e apenas 8

% nos frutos. A partir desse período, esse elemento passou a ser acumulado quase que exclusivamente nos frutos (Figura 17).

A distribuição do potássio nos diversos órgãos da planta foi, respectivamente de 13,2 %, 6,1 %, 9,7 % e 71 % para limbos, nervuras centrais das folhas e pecíolos, hastes e frutos. Atribui-se esse comportamento à grande demanda de K pelos frutos. Sequência semelhante foi verificada por Grangeiro e Cecílio Filho (2004 e 2005) e Grangeiro et al., (2005), na cultura da melancia em campo, e por Sanchez et al. (1998) na cultura do melão em ambiente protegido. A quantidade de potássio absorvida ($5,7\text{g planta}^{-1}$) representa 3,35 % da massa seca total da planta, concordando com Malavolta (1980).

Figura 17 - Acúmulo de potássio total na planta (KPL), nos limbos foliares (KLF), nos frutos (KFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (KP+N) e nas hastes (KHa) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas de acúmulo de potássio total na planta (KPL) eq. 23, nos frutos (KFr) eq. 24, nos limbos foliares (KLF) eq. 25, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (KP+N) eq. 26 e nas hastes (KHa) eq. 27 foram:

$$KPL = 0,0035x^2 + 0,1589x + 2,6031 \quad R^2 = 0,9934 \quad (23)$$

$$KFr = 0,1616x - 5,7594 \quad R^2 = 9981 \quad (24)$$

$$KLF = -1e^{-5x^3} - 0,0018x^3 + 0,3711x - 3,389x - 34,325 \quad R^2 = 1 \quad (25)$$

$$KP + N = 1e^{-5x^3} + 0,0019x^2 + 0,0993x - 1,4182 \quad R^2 = 0,9165 \quad (26)$$

$$KHa = 0,0003x^2 + 0,0336x - 0,5616 \quad R^2 = 0,8974 \quad (27)$$

O acúmulo de cálcio na planta se deu de forma linear (Figura 18). Até o início da floração, a taxa de acúmulo foi de $6,8 \text{ mg d}^{-1}$; o pico de consumo ($56,63 \text{ mg d}^{-1}$) ocorreu entre o 26° e o 36° DAT e no final foi de $46,88 \text{ mg d}^{-1}$.

Figura 18 - Acúmulo de cálcio total na planta (CaPL), nos limbos foliares (CaLF), nos frutos (CaFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (CaP+N) e nas hastes (CaHa) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

Diferentemente dos nutrientes citados anteriormente, os órgãos vegetativos acumularam 87 % de todo o cálcio da planta, assim distribuídos: os limbos foliares acumularam 61,2 %, sendo o principal depósito durante todo o ciclo; as hastes 14 %; os pecíolos com as nervuras centrais acumularam 11,6 %, restando aos frutos apenas 13,1 % do Ca acumulado na planta. Segundo Grangeiro et al, (2005), o padrão de distribuição do Ca em favor da parte vegetativa é, portanto, resultado de o mesmo ser transportado quase que exclusivamente pelo xilema e conduzido principalmente pela corrente transpiratória.

As equações ajustadas de acúmulo de cálcio total na planta (CaPL) eq. 28, nos frutos (CaFr) eq. 29, nos limbos foliares (CaLF) eq. 30, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (CaP+N) eq. 31 e nas hastes (CaHa) eq. 32 foram:

$$CaPL = 0,0398x - 0,7054 \quad R^2 = 0,9882 \quad (28)$$

$$CaFr = 0,0087x - 0,2946 \quad R^2 = 9852 \quad (29)$$

$$CaLF = -5e^{-6x^4} + 0,0009x^3 - 0,0562x^2 + 1,6233x - 16,908 \quad R^2 = 1 \quad (30)$$

$$CaP+N = -0,0001x^2 + 0,016x - 0,3031 \quad R^2 = 0,9689 \quad (31)$$

$$CaHa = 0,0002x^2 - 0,0091x + 0,1404 \quad R^2 = 0,9668 \quad (32)$$

O processo de acúmulo de magnésio (Figura 19) também se deu de forma linear e crescente. A taxa de acúmulo até o 26º DAT foi de 1,78 mg d⁻¹; o pico de consumo (10,87 mg d⁻¹) ocorreu no final do ciclo.

Figura 19 - Acúmulo de magnésio total na planta (MgPL), nos limbos foliares (MgLF), nos frutos (MgFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (MgP+N) e nas hastes (MgHa) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

Os órgãos vegetativos acumularam 60 % de todo o Mg da planta, os limbos foram o principal depósito com 51 %, os frutos com 40 %, restando 9 % para a parte lenhosa da planta. Assim como o cálcio, embora em menores proporções, o magnésio acumulou-se mais na parte aérea da planta. Resultados semelhantes foram obtidos por Sanchez et al. (1998) para o meloeiro em ambiente protegido e por Grangeiro e Cecílio Filho (2004).

As equações ajustadas de acúmulo de magnésio total na planta (MgPL) eq. 33 , nos frutos (MgFr) eq. 34, nos limbos foliares (MgLF) eq. 35, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (MgP+N) eq. 36 e nas hastes (MgHa) eq. 37 foram:

$$MgPL = 0,0108x - 0,2334 \quad R^2 = 9982 \quad (33)$$

$$MgFr = 0,0065x - 0,2259 \quad R^2 = 9981 \quad (34)$$

$$MgLF = -5e^{-5x^2} + 0,0094x - 0,1706 \quad R^2 = 0,9955 \quad (35)$$

$$MgP + N = -4e^{-5x^2} + 0,0041x - 0,0741 \quad R^2 = 0,9841 \quad (36)$$

$$MgHa = -5e^{-7x^4} + 9e^{-5x^3} - 0,006x^2 + 0,1747x - 1,8215 \quad R^2 = 1 \quad (37)$$

O enxofre foi o macronutriente acumulado em menor quantidade pela cultura da melancia. A marcha de acúmulo do enxofre foi crescente desde o início e o máximo consumo diário ($9,79 \text{ mg d}^{-1}$) ocorreu no estágio de maturação dos frutos.

A maior concentração ocorreu na parte aérea. Sua curva de acúmulo (Figura 20) mostra um comportamento quadrático e crescente. A maior concentração ocorreu na parte aérea. Os limbos foliares acumularam 43 %, as hastes, os pecíolos com nervuras centrais das folhas acumularam 14 %, restando 43 % para os frutos.

Figura 20 - Acúmulo de enxofre nas hastes (SHa), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (SP+N), nos limbos foliares (SLF), nos frutos (SFr) e total da planta (SPL) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas de acúmulo de enxofre total na planta (SPL) eq. 38, nos frutos (SFr) eq. 39, nos limbos foliares (SLF) eq. 40, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (SP+N) eq. 41 e nas hastes (SHa) eq. 42 foram:

$$SPL = 0,0001x^2 - 0,0037x + 0,041 \quad R^2 = 9961 \quad (38)$$

$$SFr = 0,0042x - 0,1456 \quad R^2 = 9964 \quad (39)$$

$$SLF = 6e^{-6x^3} + 0,0007x^2 + 0,0309x - 0,3914 \quad R^2 = 9878 \quad (40)$$

$$SP + N = 5e^{-7x^3} - 6e^{-5x^2} + 0,0027x - 0,035 \quad R^2 = 0,9477 \quad (41)$$

$$SHa = 3e^{-6x^3} - 0,0003x^2 + 0,0129x - 0,1624 \quad R^2 = 09858 \quad (42)$$

Como representado na Figura 21, do início até o 36° DAT o boro foi acumulado pelos limbos foliares. Dessa fase até o 43° DAT, cedeu parte para o fruto, quando voltou a acumular de forma acelerada até o final do ciclo. A maior concentração desse nutriente foi encontrada nos limbos. O fruto com teores quase iguais, veio em segundo lugar. Nos demais órgãos, o acúmulo de boro foi muito pequeno. Resultados semelhantes foram obtidos por Kano (2002) na cultura do melão em ambiente protegido.

Figura 21 - Acúmulo de boro nas hastes (BHa), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (BP+N), nos limbos foliares (BLF), nos frutos (BFr) e total da planta (BPL) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas de acúmulo de boro total na planta (BPL) eq. 43, nos frutos (BFr) eq. 44, limbos nos foliares (BLF) eq. 45, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (BP+N) eq. 46 e nas hastes (BHa) eq. 47 foram:

$$BPL = 0,0003x^3 - 0,0312x^2 + 1,417x - 18,74 \quad R^2 = 9769 \quad (43)$$

$$BFr = 0,1192 - 3,9877 \quad R^2 = 0,9947 \quad (44)$$

$$BLF = 6e^{-6x^3} - 0,0003x^3 - 0,0416x^2 + 1,799x - 23,358 \quad R^2 = 0,917 \quad (45)$$

$$BP + N = 0,0047x - 0,0573 \quad R^2 = 0,8971 \quad (46)$$

$$BHa = 0,0123x - 0,2624 \quad R^2 = 0,8091 \quad (47)$$

A taxa de acúmulo de cobre até 40° DAT foi elevada (Figura 22), concentrando-se quase exclusivamente nos limbos. Com o início da formação dos frutos, essa taxa caiu, voltando a acumular de forma expressiva a partir do 52° DAT até o final do ciclo. Esse fato pode ter sido causado pela aplicação de fungicida foliar à base de cobre. No que diz respeito à localização, esse resultado é semelhante ao de Kano (2002) na cultura do melão em ambiente protegido, que encontrou as maiores concentrações de cobre nas folhas.

Figura 22 - Acúmulo de cobre total na planta (CuPL), nos limbos foliares (CuFL), nos frutos (CuFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (CuP+N) e nas hastes (CuHa) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas de acúmulo de cobre total na planta (CuPL) eq.48, nos frutos (CuFr) eq.49, nos limbos foliares (CuLF) eq.50, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (CuP+N) eq.51 e nas hastes (CuHa) eq.52 foram:

$$CuPL = 0,0006x^3 - 0,0876x^2 + 3,835x - 51,797 \quad R^2 = 943 \quad (48)$$

$$CuFr = 0,0002x^2 + 0,0475x - 1,419 \quad R^2 = 0,9996 \quad (49)$$

$$CuLF = 0,0006x^3 - 0,0793x^2 - 3,4747x - 46,898 \quad R^2 = 0,8812 \quad (50)$$

$$CuP+N = 6e^{-5x^3} - 0,0082x^2 + 0,3504x - 4,6449 \quad R^2 = 0,9736 \quad (51)$$

$$CuHa = 0,0003x^2 - 0,0133x + 0,1836 \quad R^2 = 0,9736 \quad (52)$$

O ferro foi micronutriente mais acumulado na cultura da melancia. Seu acúmulo (Figura 23) foi lento desde o estágio inicial até o 46º DAT, que coincidiu com o estágio de crescimento até a maturação do fruto. O ferro foi depositado principalmente no fruto, em quantidades bem próximas aos limbos foliares, os demais órgãos acumularam muito pouco esse nutriente. Para a cultura do meloeiro em ambiente protegido, Kano (2002), obteve maior acúmulo de ferro na folha.

Figura 23 - Acúmulo de ferro total na planta (FePL) eq.53, nos limbos foliares (FeFL) eq.54, nos frutos (FeFr) eq.55, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (FeP+N) eq.56 e nas hastes (FeHa) eq.57 da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas de acúmulo de ferro total na planta (FePL), nos frutos (FeFr), nos limbos foliares (FeLF), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (FeP+N) e nas hastes (FeHa) foram:

$$FePL = 0,0038x^3 - 0,4566x^2 + 18,611x - 240,85 \quad R^2 = 0,998 \quad (53)$$

$$FeFr = 0,9733x - 30,083 \quad R^2 = 0,8716 \quad (54)$$

$$FeLF = 0,0013x^3 - 0,1557x^2 + 6,2768x - 79,963 \quad R^2 = 0,9978 \quad (55)$$

$$FeP+N = 0,0009x^2 - 0,032x + 0,4656 \quad R^2 = 0,9212 \quad (56)$$

$$ZnHa = 0,0041x^2 - 0,2545x + 4,2911 \quad R^2 = 0,9303 \quad (57)$$

O acúmulo de manganês (Figura 24) foi lento desde o estágio inicial até o 46° DAT, que coincidiu com o estágio de crescimento até a maturação do fruto, fato também observado por Kano (2002) na cultura do melão. O órgão da melanciaira de maior acúmulo de manganês foi o fruto, em quantidades bem próximas aos limbos foliares; os demais órgãos absorveram muito pouco. Para o melão, o principal depósito de manganês são as folhas (KANO, 2002).

Figura 24 - Acúmulo de manganês nas hastes (MnHa), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (MnP+N), nos limbos foliares (MnLF), nos frutos (MnFr) e total da planta (MnPL) da minimelancia 'Smile' em protegido, Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas de acúmulo de manganês total na planta (MnPL) eq.58, nos frutos (MnFr) eq. 59, nos limbos foliares (MnLF) eq. 60, nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (MnP+N) eq. 61 e nas hastes (MnHa) eq. 62 foram:

$$MnPL = 0,001x^3 - 0,1128x^2 + 4,8158x - 64,302 \quad R^2 = 1 \quad (58)$$

$$MnFr = 0,0128x^2 - 0,8793x + 18,835 \quad R^2 = 0,9972 \quad (59)$$

$$MnLF = 0,0002x^3 - 0,0217x^2 + 0,9571x - 12,416 \quad R^2 = 1,0 \quad (60)$$

$$MnP + N = 0,008x^2 - 0,0355x + 0,5191 \quad R^2 = 0,963 \quad (61)$$

$$MnHa = 0,0021x^2 - 0,142x + 2,416 \quad R^2 = 0,9352 \quad (62)$$

Como representado na Figura 25, do início até o 36° DAT o zinco foi acumulado pelos limbos foliares, dessa fase até o 43° DAT, cedeu parte desse zinco para o fruto, quando voltou a acumular de forma acelerada até o final do ciclo. A maior concentração de Zn foi encontrada nos limbos foliares, em segundo lugar o fruto com teores quase iguais. Nos demais órgãos, o acúmulo de zinco foi pequeno, resultados semelhantes aos de Kano (2002) na cultura do melão.

Figura 25 - Acúmulo de zinco de manganês total na planta (ZnPL), nos limbos foliares (ZnLF), nos frutos (ZnFr), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (ZnP+N) e nas hastes (ZnHa) da minimelancia 'Smile' em ambiente protegido. Piracicaba, SP. 2007

As equações ajustadas de acúmulo de zinco total na planta (ZnPL) eq.(63), nos frutos (ZnFr) eq.(64), nos limbos foliares (ZnLF) eq.(65), nos pecíolos e nervuras centrais das folhas (ZnP+N) eq.(66) e nas hastes (ZnHa) eq.(67) foram respectivamente:

$$ZnPL = 1e^{-4x^3} - 0,0086x^2 + 0,3868x - 5,0099 \quad R^2 = 0,9959 \quad (63)$$

$$ZnFr = 0,1242x - 4,3569 \quad R^2 = 0,9945 \quad (64)$$

$$ZnLF = 0,0002x^3 - 0,0217x^2 + 0,9571x - 12,416 \quad R^2 = 1,0 \quad (65)$$

$$ZnP + N = -2e^{-6x^2} + 0,0063x - 0,0468 \quad R^2 = 0,8707 \quad (66)$$

$$ZnHa = 0,0004x^2 - 0,0123x + 0,2698 \quad R^2 = 0,8781 \quad (67)$$

O acúmulo de N e K foi lento até 42 DAT, aumentando posteriormente até a colheita, cujo acréscimo foi mais expressivo para o K. O acúmulo de Ca foi linear e inferior ao N e K. Para os demais nutrientes o acúmulo na planta foi pequeno e praticamente constante ao longo do ciclo.

Por ordem decrescente, os macronutrientes mais acumulados na melanciaira ‘Smile’ foram: K > N > Ca > P > Mg > S. Essa seqüência é igual à obtida por Grangeiro e Cecílio Filho (2005) na cultura da melancia em campo, por Sanchez et al. (1998) na cultura do melão em ambiente protegido e semelhante à obtida por Grangeiro et al. (2005), que apresentaram K > N > Mg > Ca > P também para a cultura da melancia cultivada em campo.

As quantidades de macronutrientes acumuladas na parte aérea da planta de melancia incluído os frutos, no final do ciclo (g planta⁻¹) foram: N = 3,6, P = 0,75, K = 5,77, Ca = 1,76, Mg = 0,42 e S = 0,25. As quantidades de nutrientes exportadas nos frutos na ocasião da colheita foram (em g planta⁻¹): N = 0,46, P = 0,23, K = 4,09, Ca = 0,23, Mg = 0,17 e S = 0,11.

Os micronutrientes mais acumulados pela melanciaira em ordem decrescente foram Fe > Mn > Zn > B > Cu. As quantidades totais acumuladas (mg planta⁻¹) nos diversos órgãos aéreos da planta foram: Fe = 65,92, Mn = 25,73, Zn = 8,72, B = 7,42 e Cu = 3,46. Os micronutrientes exportados (mg planta⁻¹) nos frutos na ocasião da colheita foram: Fe = 32,96, Mn = 12,87, B = 3,26, Zn = 3,15 e Cu = 0,73.

4.3 Estimativa da viabilidade econômica

O custo total estimado para a produção da minimelancia ‘Smile’ em ambiente protegido de 5.000 m² foi de R\$ 17.538,82 (Tabela 8), tendo a infra-estrutura como o principal componente de custo desse sistema de cultivo, representando 60,47 % do custo total estimado, em segundo

lugar, apareceram os custos com mão-de-obra, com 15,17 % do total estimado, os insumos representaram 12,46 % do custo total estimado, os custos de gerenciamento representaram 10,26 % e os custos com remuneração do capital de custeio representaram 1,6 %.

Com a densidade de plantio de 4 plantas m⁻², espera-se uma colheita que pode variar entre 22.800 kg e 41.800 kg. A decisão do produtor fica dependendo do preço de mercado. Com base na menor produção prevista, o preço de mercado não deve ser inferior a R\$ 0,77 kg⁻¹ para o produtor cobrir seus custos.

Tabela 10 - Custo de produção para 0,5 ha de minimelancia 'Smile' cultivado no período de 70 dias em ambiente protegido durante Piracicaba, SP. 2007 (continua)

Discriminação	Unidade	Quantidade	V.unitário (R\$)	V. total (R\$)	% do total
INSUMOS					
Sementes	kg	0,2	3.800,00	760,00	
Fitolho	rolo	20	5,00	100,00	
Malha	mil	22	20,00	440,00	
Nitrato de potássio	kg	45	1,72	77,40	
Nitrato de cálcio	kg	10	1,72	17,20	
Nitrato de amônia	kg	90	1,72	154,80	
Sulfato de magnésio	kg	35	1,72	60,20	
Sulfato de potássio	kg	10	1,72	17,20	
Fosfato monopotássico	kg	45	1,72	77,40	
Micronutrientes	kg	2	50,00	100,00	
CaB	L	3	15,00	45,00	
Óleo de nim	L	1	50,00	50,00	
Actara	cx	2	28,86	57,72	
Fungicidas	L	2	48,00	96,00	
Água	m3	0,08	1.200,00	96,00	
Energia elétrica	kwh	250	0,15	37,50	
Custo parcial (insumos)				2.186,42	12,46 %
MÃO-DE-OBRA					
Transplante	Hd	2	35,00	70,00	
Manejo da fertirrigação	Hd	6	35,00	210,00	
Tutoramento e polinização	Hd	60	35,00	2.100,00	
Aplicação de defensivos	Hd	4	35,00	140,00	
Colheita e embalagem	Hd	4	35,00	140,00	
Custo parcial (mão-de-obra)				2.660,00	15,17 %
CUSTO DE ADMINISTRAÇÃO					
Gerenciamento/administração	Verba	1	1.200,00	1.200,00	
Assistência técnica	Verba	1	600,00	600,00	
Custo parcial (infra-estrutura)				1800,00	10,26 %

Tabela 10 - Custo de produção para 0,5 ha de minimelancia 'Smile' cultivado no período de 70 dias em ambiente protegido durante Piracicaba, SP. 2007 (conclusão)

Discriminação	Unidade	Quantidade	V.unitário (R\$)	V. total (R\$)	% do total
Instalações e equipamento (1)					
Estufa com área de 0,5 ha	diária	70	119,78	8.384,60	
Espaldeira	diária	70	3,80	266,00	
Revestimento lateral	diária	70	14,69	1.028,30	
Cobertura polietileno	diária	70	9,45	661,50	
Equipamento de irrigação	diária	70	3,80	266,00	
Parcial				10.606,40	60,47 %
Custo total				17.538,82	

5 CONCLUSÕES

Com base nas condições em que os trabalhos foram conduzidos e nos resultados obtidos, estabeleceram-se as seguintes conclusões:

Do experimento 1:

O consumo médio de água de 26,48 L no ciclo de cultivo proporcionou uma eficiência de uso da água de 21,8 L kg⁻¹ de fruto.

Os níveis de nutrientes imediatamente superiores aos mais baixos testados são os mais produtivos.

A relação N:K de 1:2 foi a mais eficiente para o aumento de produtividade na dosagem de N e K próxima a mais baixa.

Do experimento 2:

Os sistemas de condução de plantas 1 e 3 com produção no ramo principal proporcionaram maior precocidade de colheita, mais foram menos produtivos.

O fruto acumulou aproximadamente 2/3 de toda a massa seca da parte aérea da planta.

O acúmulo de nutrientes na parte aérea da planta foi na seguinte ordem: K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu;

O custo de produção do sistema foi de R\$ 17.538,82, sendo 60,47 % o custo da infraestrutura física. Baseando-se na menor produção prevista, o preço de mercado não deve ser inferior a R\$ 0,77 kg⁻¹ para o produtor cobrir seus custos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.P.F. Cultura da melancia. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 2003. Disponível em: <<http://dalmeida.com/hortnet/Melancia.pdf>>. Acesso em: out. 2006.

ALONSO, M.I.A. Fertirrigación con aguas de elevada salinidad en suelos enarenados (Cultivo de sandia). Diputación de Almería: Instituto de Estudios Almerienses. Dep. Legal. 2000. 195p.

ALVARENGA, M.A.R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface-americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar.** 1999. 87p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ALVES, L. R.A.; FELIPE F. I.; BARROS G. S. de C. A Custo de Produção de Mandioca no Estado de São Paulo: Mandioca industrial (maio/04) e de mesa (junho/04). Disponível em:<http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/analise_custo_2003_04.pdf> Acesso em: jul. 2007.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas.** Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.

BLANCO, F.F. **Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo.** 1999. 104p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

BORREGO, J.V.M.; MIGUEL, A.; POMARES, F. **El cultivo de la sandía.** Madrid: Ed.Mundi Prensa, 2002. 322p.

BOUYOUCOS, J.J.A. Recalibration of the hidrometer method for making analysis of soil. **Agronomy Journal**, Madison, v.43, p.434-437, 1951.

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**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.1266-133, 1999.

BURIOL, G.A.; STRECK, N.A.; PETRY, C. Transmissividade à radiação solar do polietileno da baixa densidade utilizado em estufas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n 1, p.1-4, 1993.

BUZETTI, S. ; HERNANDEZ, F.B.T. ; SA, M.E. ; SUZUKI, M.A. . Influência da adubação nitrogenada e potássica na eficiência do uso da água e na qualidade de frutos de melão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 419-426, 1993.

CASTILLA, N. **Invernaderos de plástico – Tecnología y manejo**. Madrid: Mundi Prensa. 2005. 462p.

CEAGESP - Jornal do Entreposto. Disponível em: <http://www.jornalentreposto.com.br/interiores/dezembro_2005/frutasnobrasil.htm>. Acesso em 24 mar. 2007.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1988. 212p. (Boletim, 33).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2^{ed.}. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 1997. 211p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Hortaliças, <http://www.cnph.embrapa.br/public/folders/cultivodemelao.html> > Acesso em 24 jul. 2008.

FAO. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Roma, 2002. (Estudio FAO, producción y protección vegetal, 90) 344p Disponível em < http://www4.fao.org/cgi-bin/faobib.exe?rec_id=547524 > Consultado em jan. 2007.

FERNANDES, C.; ARAÚJO, J.A.C.; CORÁ, J.E. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 559-563, dez. 2002.

FERNÁNDEZ, M.D.; GONZÁLEZ, A.M.; CARREÑO, J.; PÉREZ, C.; BONACHELA, S. Analysis of on-farm irrigation performance in Mediterranean greenhouses **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 89, n. 3, p.251-260, May 2007,

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Agrianual**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2006. p.286-292

FONTES, P.C.R.; GUIMARÃES, T.G. Manejo dos fertilizantes nas culturas de hortaliças cultivadas em solo, em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n.200/201, p.36-44, set./dez. 1999.

FRIZZONE , J.A.; ANDRADE JR, A.S. SOUZA, L.M.; ZOCOLER, J.L. **Planejamento de Irrigação**: análise de decisão de investimento. Brasília: Embrapa informação tecnológica. 2005. 626p.

GOMES, F.P. **Curso de estatística Experimental**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1995. 436p.

GÓMEZ, A.F.; GALARZA, S. L.; SORIA, C.B. Cultivo em invernadero. In: BORREGO, J. V. M. **El cultivo de la sandia**. Madrid: Ed.Mundi Prensa, 2002. p.97-108.

GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.93-97, 2004.

GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.763-767, jul-set 2005.

GRANGEIRO, L.C.; MENDES, A.M.S.; NEGREIROS, M.Z.; SOUZA, J.O.; AZEVÊDO, P.E. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia mickylee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18. p. 73-81, 2005.

HOWELL, T.A.; McCORMICK, R.L.; PHENE, C.J. Design and instalation of large weighing lysimeters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.28, n.117, p.106-112, 1985.

HOWELL, T.A.; SHNEIDER, A.D.; JESSEN, M.E. History of lysimeter design and use for evapotranspiration measurements. In: ALLEN, R.G., et al.(Ed). **Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1991. p. 1-9.

HORTBRAS. Melancia. Disponível em <http://www.hortibrasil.org.br/Pesquisa_Melancia.html> Acesso em: 04 mar. 2007.

IBGE. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/ >Acesso em: 16 jul. 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3. ed. São Paulo: Coordenadoria dos serviços técnicos especializados – Secretaria do Estado da Saúde, 1985. 533p.

KANO, C. **Extrações de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido com a adição de potássio e CO₂ na água de irrigação**. 2002. 102p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

LOPEZ, C.C. Fertirrigación. Aspectos básicos.3. ed. In: LOPEZ, C.C. **Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2005. p.73-89.

KIRKHAM, R.R.; GEE, G.W.; JONES, T.L. Weighing lysimeters for long-term water balance investigations at remote sites. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.48, n.5, p.1203-1205, 1984.

LORITE, I.J., MATEOS, L., FERERES, E. Evaluating irrigation performance in a Mediterranean environment. I. Model and general assesement of an irrigation scheme. **Irrigation of Science**, Berlin, v. 23, p. 77-84, 2004

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 252p.

MALAVOLTA, E.; CROMODO, O.J. Funções do potássio nas plantas. In: YAMADA, T. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 1982. p. 95-162.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic, 1995. 889p.

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

MODOLO, V.A.; COSTA, C.P. Avaliação de linhagens de Maxixe Paulista em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 632-634, out-dez. 2003.

NOGUERA, P; ABAD, M; NOGUERA, V; PURCHADES, R; MAQUIERA, A. Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 517, p. 279-286, 2000.

PURQUERIO, L.F.V. TIVELLI, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. Instituto Agrônômico de Campinas. Disponível em <[http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/MANEJO Cultivo_Protegido/Manejo_Cultivo_protegido.htm](http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/MANEJO_Cultivo_Protegido/Manejo_Cultivo_protegido.htm)>. Acesso em: 27 mar. 2008.

RICHARDS, L.A. (Ed.) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: USDA, 1954 160p. (USDA Handbook,60).

SANCHEZ, L.R.; SIRONI, J.S.; CRESPO, J.A.P.; PELLICER, C.; LOPEZ, M.D.G. Crecimiento y absorción de nutrientes del melon bajo invernadero. **Investigacion Agraria Produccion Proteccion Vegetales**, Madrid, v.13, n.1/2, p.111-120, 1998.

SURRANGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ/ Departamento de Química. 1974. 56p.

SCATOLINI, M.E. **Estimativa da evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos**. 1996. 71 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

SEABRA JÚNIOR, S.; PANTANO, S.C.; HIDALGO, A.H.; RANGEL, M.G.; CARDOSO, A.I.I. Avaliação do número e posição de frutos de melancia produzidos em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p.708-711, out/dez.2003.

SILVA, E.F.F. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo. Tese de doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2002. 136p.

SNA - **Cultivo protegido**: produção programada e fora de época, Sociedade nacional da Agricultura. 2000. Disponível em <<http://www.sna.agr.br/artigos/artitec-tecnologia.htm>>. Acesso em: 03 mar. 2007.

SOARES, J.I.; COSTA, R.N.T; SILVA, L.A.C.; GONDIM, R.S. Função de resposta da melancia aos níveis de água e adubação nitrogenada, no vale do Curu, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 219-224, 2002.

TINGWU, L.; JUAN, X.; GUANGYONG, L.; JIANHUA, M.; JIANPING, W.; ZHIZHONG, L.; JIANGUO, Z. Effect of Drip Irrigation with Saline Water on Water Use Efficiency and Quality of Watermelons. **Water Resources Management**. Springer, v. 17, n. 6, p.?????????, / Dec. 2003.

ANEXOS

Anexo A - Amortização em oito anos do investimento na estufa com área de 5.000,00 m² ao custo de R\$ 217.192,00 com, com juros de 12% ao ano

	Saldo devedor (R\$)	Amortização (R\$)	Juros	Prestação (R\$)	*Custo diário (R\$)
0	217192,00				
1	199533,67	17.658,33	26063	43.721,37	119,78
2	179756,34	19.777,33	23944	43.721,37	119,78
3	157605,73	22.150,61	21.570,8	43.721,37	119,78
4	132797,05	24.808,68	18.912,7	43.721,37	119,78
5	105011,32	27.785,72	15.935,6	43.721,37	119,78
6	73891,31	31.120,01	12.601,4	43.721,37	119,78
7	39036,90	34.854,41	8.866,96	43.721,37	119,78
8	0,00	39.036,94	4.684,43	43.721,37	119,78
		217.192,00	132.579,00	349.770,96	

* Custo diário equivale ao valor da prestação anual dividido por 365 dias.

Anexo B - Amortização em três anos, do custo para substituição da cobertura da estufa ao custo de R\$ 8282,40 a cada três anos com juros de 12% a.a.

Semestre	Saldo devedor (R\$)	Amortização (R\$)	Juros	Prestação (R\$)	*Custo diário (R\$)
0	8282,40				
1	5827,92	2.454,48	993,888	3.448,37	9,45
2	3078,90	2.749,02	699,35	3.448,37	9,45
3	0,00	3.078,90	369,468	3.448,37	9,45
		8.282,40406	2.062,71	10.345,11	9,45

* Custo diário equivale ao valor da prestação anual dividido por 365 dias.

Anexo C - Amortização em cinco anos do custo para substituição da tela lateral da casa de vegetação ao custo de R\$ 19.325,60 a cada cinco anos, com juros de 12% a.a.

Semestre	Saldo devedor (R\$)	Amortização (R\$)	Juros	Prestação (R\$)	*Custo diário (R\$)
0	19325,60				
1	16283,56	3042,038	2319,07	5.361,11	14,69
2	12876,48	3407,08256	1954,03	5.361,11	14,69
3	9060,55	3815,93247	1545,18	5.361,11	14,69
4	4786,70	4273,84436	1087,27	5.361,11	14,69
5	0,00	4786,70569	574,404	5.361,11	14,69
		19325,6031	7479,95	26805,55	

* Custo diário equivale ao valor da prestação anual dividido por 365 dias.

Anexo D - Amortização do custo para substituição do sistema de irrigação ao custo de R\$ 5000 a cada cinco anos

Semestre	Saldo devedor (R\$)	Amortização (R\$)	Juros	Prestação (R\$)	*Custo diário (R\$)
0	5000,00				
1	4212,95	787,05	600	1.387,05	3,80
2	3331,45	881,496	505,554	1.387,05	3,80
3	2344,18	987,27552	399,774	1.387,05	3,80
4	1238,43	1105,74858	281,301	1.387,05	3,80
5	-0,01	1238,43841	148,612	1.387,05	3,80
		5000,00851	1935,24	6935,25	

* Custo diário equivale ao valor da prestação anual dividido por 365 dias.

Anexo E - Amortização do custo para substituição da espaladeira ao custo de R\$ 5000 a cada cinco anos com juros de 12% a.a.

Semestre	Saldo devedor (R\$)	Amortização (R\$)	Juros	Prestação (R\$)	*Custo diário (R\$)
0	5000,00				
1	4212,95	787,05	600	1.387,05	3,80
2	3331,45	881,496	505,554	1.387,05	3,80
3	2344,18	987,27552	399,774	1.387,05	3,80
4	1238,43	1105,74858	281,301	1.387,05	3,80
5	-0,01	1238,43841	148,612	1.387,05	3,80
		5000,00851	1935,24	6935,25	

* Custo diário equivale ao valor da prestação anual dividido por 365 dias.